時憲紀要 下

交食

元
上下
20

時憲紀要下編目錄

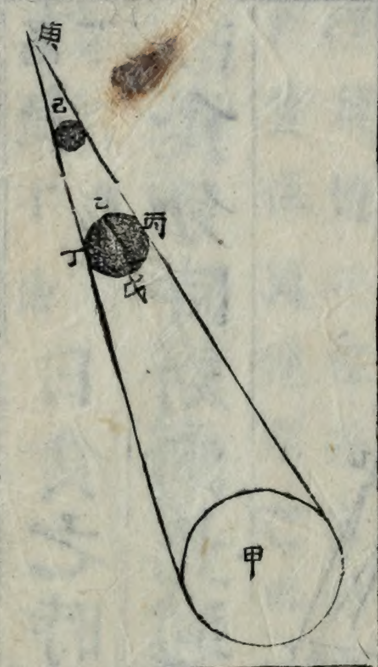
交食

交食總論　月食算例
月食帶食算例　日食算例　本法　又法
日食帶食算例　本法　又法

時憲紀要下編

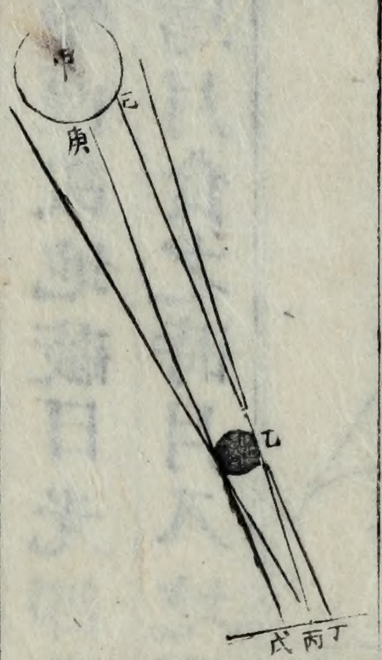
交食總論

太陰及於黃白二道之交因生薄蝕故名交食蓋朔而同道則月在日與地之間人目仰觀一線參直故月掩日光即爲日食望而同道則地在日與月之間亦一綫參直故地蔽日光即爲月食也日爲陽精星月皆借光焉月食之時月入地影純爲晦魄故九有同覩但時刻有先後耳如圖甲爲日乙丁戊丙爲地面庚爲地影端己



爲月入地影爲月食無論自某處仰觀月體之受食晦光一也但乙處夜半見食午方丙處夕見食於東方丁處晨見食於西方戊處晝

爲地下食不見也日食之時月能下蔽人目而不能上侵日體
故食分時刻南北迥殊東西異觀也如圖甲爲日乙爲月丙丁戊爲地面



人在丙則月體全掩日體食爲十分人在丁則只見己點以上之日光故食爲八分若在丁以上則食分愈少也人在戊則只見庚點以下之日光故食爲五分若在戊以下則食分愈少也故實緯
既定之外食分之淺深月食則只論日月實徑日食則
兼關乎視緯視緯生於地徑及地面測得地半徑與日
天半徑之比例最高爲一與二萬零九百七十五中距
爲一與二萬零六百二十六最卑爲一與二萬零二百
七十七地半徑與月天半徑之比例最高爲一與六十

三又百分之七十七中距爲一與五十九又百分之七十八最卑爲一與五十五又百分之七十九日視徑最高爲三十一分四十秒中距爲三十二分十二秒最卑爲三十二分四十五秒月視徑最高爲二十九分二十三秒中距爲三十一分二十一秒最卑爲三十三分三十六秒用此推算得日實徑爲地徑之九十六倍又十分之六月實徑爲地徑百分之二十七小餘二六强（視半徑與地半徑差之比同於實徑與地徑之比也）若值太陰視徑小於太陽視徑則雖兩心相掩爲全食四周露光名爲金環食取其形似也

月食算例

用日躔月離法求得積日減朔應得通朔本年天正冬至次日子正距曆元首朔之日分以朔策二十九日五三〇五九〇五三除之每日月距日平行除周天度即得乃平朔相距之日分得數加一爲積朔本年首朔距曆元首朔之月數餘數與朔策相減爲首朔本年天正冬至後第一朔距天正冬至次日之日分以積朔與太陰交周朔策十一萬零四百十三秒九二四四一三三四每日太陰距交行乘朔策日分滿周天去之即得乃太陰距正交朔策日分之行度相乘得數滿周天去之加首朔太陰交周應得首朔太陰交周本年首朔太陰距正交度

置首朔太陰交周加太陰交周望策六宮十五度二十

分零六秒五十八微交周朔策折半即得再以太陰交周朔策收得一宮零四十分十三秒五十五微遞加十三次得逐月望太陰交周本年或有閏月則十二月為第十三月故遞加十三次也距交前後十五度九分以内自初宮初度至十五度九分自五宮十四度五十一分至六宮十五度九分自十一宮十四度五十一分至三十度爲太陰入交第幾月入交即第幾月可食凡實望可食之限爲十二度十七分解見下求實望實時條加平望實望之大差二度五十二分太陽最大均數太陰最大初均相併得九度三十五分四十六秒爲兩實行相距最遠度太陰追及之間計太陽行五十五分餘與太陽最大均數一度五十六分十三秒相加即平望實望之最大差爲平望可食之限也以太陰入交月數與朔策見上相乘仍加望策見上及首朔

日分得平望距冬至日數再加天正冬至（不用餘分）滿紀法
六十去之更加一日自初日甲子起算得平望干支
以平望距冬至日數用推日躔月離法各求其子正黃
道實行將太陽實行加減六宮與太陰實行相較如太
陰未及太陽則平望日即實望本日更求次日子正兩
實行如太陰已過太陽則平望日即實望次日更求本
日子正兩實行用推合朔弦望時刻法得實望泛時
以實望泛時設前後兩時（如實望泛時爲丑正二刻則以丑正初刻爲前時寅初初刻爲後時）用推日躔月離法各求其黃道實行乃以前後兩
時太陽實行相減爲一小時日實行前後兩時太陰實

行相減爲一小時月實行又以一小時兩實行相減得一小時月距日實行爲一𥝘一小時化作三千六百𥝘爲二𥝘前時太陽實行加減六宮內減前時太陰實行餘爲三𥝘求得四𥝘加於前時得實望實時再以實望實時用推日躔月離法各求其黃道實行則太陽與太陰必對宮而同度乃視月距正交在交前後十二度十七分以內者自初宮初度至十二度十七分自五宮十七度四十三分至六宮十二度十七分自十一宮十七度四十三分至三十度爲食限最大影半徑四十六分五十一秒及月半徑十六分四十八秒相併得六十三分三十九秒以當距緯用最小黃白交角四度五十九分三十五秒推得距交白道經度十

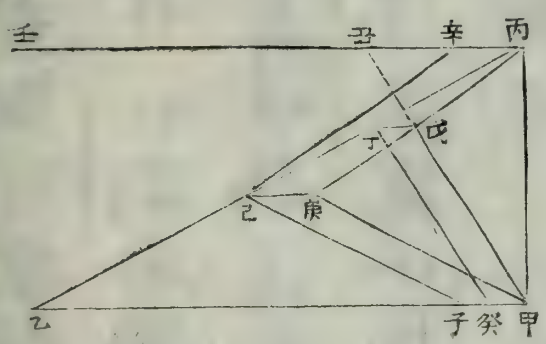
二度十六分五十四秒故舉成數定實望可食之限

置實望實時加減均數時差及升度時差求之之法及加減之法并見日躔算例得實望用時距日出後日入前九刻以內者可以見食九刻以外者全在晝即不必算以最大併徑當月距日實行則歷時不過九刻一小時月距日實行二十七分四十三秒與六十分之比同於併徑六十三分三十九秒與一百三十八分之比故歷時不過九刻故爲日出後日入前見食之限雖有食甚距時之加減月距日行爲股併徑爲弦股弦差足以相抵

以一小時太陰白道實行爲一邊前後兩時白道實行相減即得太陽倣此一小時太陽黃道實行爲一邊實望黃白大距爲所夾之角用切線分外角法求得對小邊之角爲斜距交角

差加實望黃白大距得斜距黃道交角以斜距交角差正弦為一率一小時太陽實行為二率實望黃白大距正弦為三率求得四率為一小時兩徑斜距以半徑一千萬為一率斜距黃道交角餘弦為二率實望月離實緯為三率求得四率為食甚實緯南北與實望實緯同又以斜距黃道交角正弦為二率用前一三率求得四率為食甚距弧乃以一小時兩徑斜距為一率一小時化作三千六百秒為二率食甚距弧為三率求得四率為食甚距時實望月離月距正交初宮六宮為減五宮十一宮為加日行黃道月行白道其兩徑常相斜距以

月距日度論之則太陰如在斜距線上行故必先求斜距黃道交角然後食甚實緯及距時次第求得也如圖甲乙為黃道丙乙為白道乙為交點即黃白大距角甲丙為實望實緯與黃道成直角是為黃道同經此時地影心在甲月心在丙相距猶遠當以月心至白道同經為近然月距日之行不與白道平行而成丙庚庚斜距線蓋月心自丙至丁則地影心自甲至癸戊丁與甲癸等甲戊與丁癸等故以地影心為不動而在甲則月心在戊甲



戊為兩心相距丙戊為月距日行也月心自丙至己則地影心自甲至子庚己與甲子等甲庚與子己等故以地影心為不動而在甲則月心在庚甲庚為兩心相距丙庚為月距日行也是月在丙己白道上行如在丙戊庚斜距線上行故月心至白道丁點之時當斜距線上戊點與斜距線成直角為最近也丙己為一小時月實行庚己為一小時日實行己角與乙角等用丙庚己三角形求得丙角為斜距交角差與

壬丙乙黃白大距角相加得丑丙戊角爲斜距黃道交角而丙甲丑與戊甲丙與戊丙丑互爲同式形故丑丙戊角與戊甲丙角等也又以已丙庚角正弦與庚已之比同於已角正弦與丙庚之比而得一小時兩徑斜距之又用戊甲丙三角形以半徑與甲角餘弦之比同於丙甲與甲戊之比而得食甚實緯以半徑與甲角正弦之比同於丙甲與丙戊之比而得食甚距弧此皆弧線而其形甚小故用直線算也乃以丙庚與一小時之比同於丙戊與距時之比而交後則兩心漸遠食甚在實望前故減交前則兩心漸近食甚在實望後故加

置實望用時加減食甚距時得食甚時刻

置實望太陽引數加減本時太陽均數得太陽實引爲一角以日天倍兩心差三十三萬八千爲一邊二千萬爲兩邊和用兩三角形法求得地心至揩圓界之一邊爲太陽距地詳月離算例求日距地心數

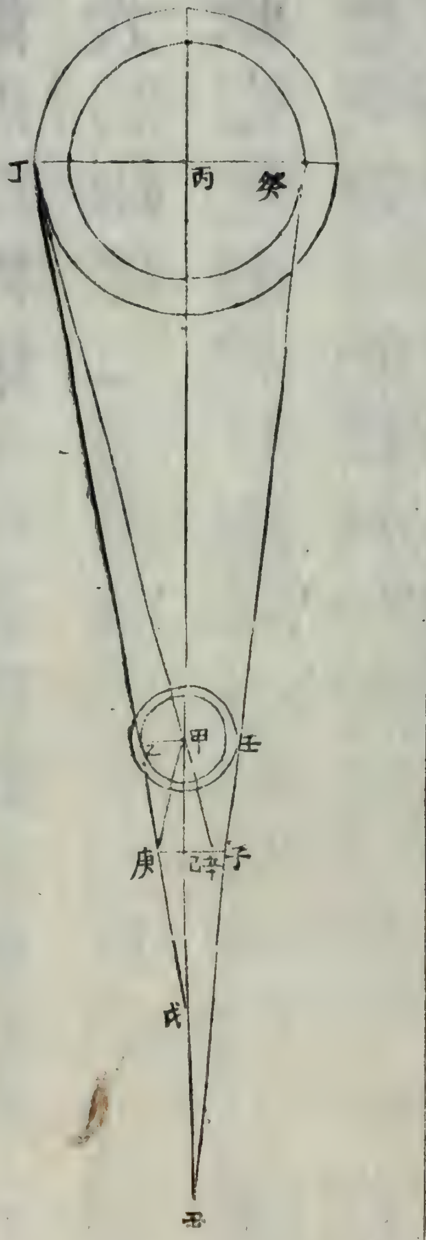
置實望太陰引數加減本時太陰初均得太陰實引爲一角以實望太陰本天心距地數倍之爲一邊二千萬爲兩邊和用兩三角形法求得地心至橢圓界之一邊爲太陰距地與求太陽距地同但高卑起算不同故實引初宮前後各三宮作垂線於形內六宮前後各三宮作垂線於形外

以太陰距地爲一率中距太陰距地一千萬爲二率中距太陰最大地半徑差化作三千四百五十秒爲三率求得四率爲太陰地半徑差詳地半徑差篇

以太陽距地爲一率中距太陽距地一千萬爲二率中距太陽視半徑化作九百六十六秒爲三率求得四率

爲太陽視半徑此即轉比例之理與求地半徑差法同置太陰地半徑差加太陽地半徑差十秒太陽地半徑差最高最大差爲九秒五十微最卑最大差爲十秒十微與中距最大差十秒所差無多故不必另求減太陽視半徑得影半徑又取太陰地半徑差六十九分之一爲影差以加影半徑得實影半徑地影之太小由於太陽太陰距地之遠近故法當以日距地與日半徑地半徑較之比同於日距地月距地和與日半徑影半徑較之比而得影半徑數日距地月距地日半徑皆以本時所得與地半徑一千萬相較得幾倍之分數用之日半徑即實半徑也又以一千萬與地半徑差分秒之比同於影半徑數與影半徑分秒之比而得影半徑分秒然

以三角形之理考之日月兩地半徑差相併即與太陽視半徑影半徑之和等如圖甲乙爲地半徑甲丙爲日距地甲己爲月距地丙丁爲日半徑從丁切乙作光線與丙甲交於戊則甲戊爲地影之長已庚爲影半徑以甲丁庚三角形觀之丁角



即太陽地半徑差庚角即太陰地半徑差丁庚二內角必與辛甲庚一外角等而辛甲已角與丙甲丁角爲對角即太陽視半徑角已甲庚角即影半徑角故兩地半徑差相併爲太陽視半徑影半徑之和故兩地半徑差相併內減太陽視半徑即得影半徑不必另求也且蒙氣能映小爲大則太陽實半徑必小於視半徑

而地球之外又有蒙氣之厚轉蔽日光則影半徑必更大而所大之數約爲太陰地半徑差六十九分之一是爲影差也如前圖丙癸爲實半徑小於丙丁而地半徑加蒙氣厚如甲壬大於甲乙從癸切壬作光線與丙甲交於丑則子巳爲日天所當之影半徑其大於巳庚之分爲甲庚乙角六十九分之一也

以太陰距地爲一率中距太陰距地一千萬爲二率中距太陰視半徑化作九百四十秒半爲三率求得四率爲太陰視半徑此即轉比例之理與求地半徑差法同

以太陰視半徑與實影半徑相加得併徑

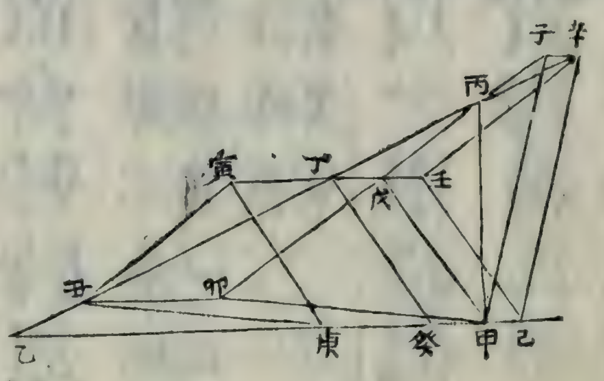
以太陰視半徑與實影半徑相減得兩徑較

以太陰全徑爲一率十分爲二率併徑內減食甚實緯

餘爲三率求得四率以分收之凡乘除皆化秒用之故所得秒以分收之得食分若食甚實緯大於併徑則月與地影兩周不相切故不食

以併徑與食甚實緯相加爲首率相減爲末率求得中率爲初虧復圓距弧又以兩徑較與食甚實緯相加爲首率相減爲末率求得中率爲食既生光距弧食甚實緯大於兩徑較則食在十分以內無食既生光二限月體與地影相切爲初虧相離爲復圓故其兩心相距俱爲併徑月體全入影內爲食既方出影外爲生光故其兩心相距俱爲兩徑較初虧復圓時併徑爲弦食既生

光時兩徑較爲弦而食甚實緯恆爲勾各其距弧爲股



故用勾弦和勾弦較求得股也如圖甲乙爲黃道丙乙爲白道實望時影心在甲月心在丙食甚時影心在癸月心在丁初虧時影心在巳月心在辛復圓時影心在庚月心在丑以影心爲不動而論月距日行則巳點癸點庚點皆合於甲壬點丁點寅點皆合於戊而辛點合於子丑點合於卯成子戊甲卯戊甲兩勾股形而甲戊勾卽食甚實緯子戊股卯戊股皆距弧子甲弦卯甲弦皆併徑也食既同初虧生光同復圓而子甲弦卯甲弦皆爲兩徑較也

以一小時兩徑斜距爲一率一小時化作三千六百秒爲二率初虧復圓距弧爲三率求得四率爲初虧復圓距時又以食既生光距弧爲三率用前一二率求得四

率為食既生光距時

置食甚時刻減初虧復圓距時得初虧時刻不足減者加二十四時減之初虧即在前一日加初虧復圓距時得復圓時刻加滿二十四時去之復圓即在次日

置食甚時刻減食既生光距時得食既時刻不足減者加二十四時減之食既即在前一日加食既生光距時得生光時刻加滿二十四時去之生光即在次日

以一小時化作三千六百秒為一率一小時太陰白道實行為二率食甚距時為三率求得四率為距時月實行置實望太陰白道實行加減之距時加者亦加距時減者亦減得食

甚太陰白道實行

置實望月距正交加減距時月實行加減上同得食甚月距正交用月離法求得黃白升度差置食甚太陰白道實行加減之得食甚太陰黃道經度

以食甚太陰黃道經度察本年黃道宿鈐內足減某宿度分則減之得食甚太陰黃道宿度

以實望黃白大距及食甚月距正交用月離法求得食甚太陰黃道緯度南北與食甚實緯同

半徑一千萬爲一率食甚太陰距二分黃道經度正弦爲二率食甚太陰黃道經度六宮以內與三宮相減六宮以外與九宮相減食甚太陰黃

道緯度餘切爲三率求得四率爲餘切得太陰距二分弧與黃道交角（此正弧三角形有赤道有距緯求交角次形法也距二分弧如黃道距二分黃道經度如赤道距二分弧與黃道交角如黃赤交角本法當以距二分黃道經度正弦與黃道緯度正切之比同於半徑與距二分弧交黃道角正切之比而今欲以乘代除故用次形法也）置黃赤交角加減之（春分前秋分後黃緯南則加北則減春分後秋分前黃緯北則加南則減）得太陰距二分弧與赤道交角南北與黃道緯度同若距二分弧與黃道交角大於黃赤交角反減者南北相反（求赤道經緯度須用斜弧三角形法而今先求距二分弧與赤道交角則赤道經緯度可作正弧三角形筭蓋取省筭也）

以太陰距二分弧與黃道交角餘弦爲一率半徑一千萬爲二率太陰距二分黃道經度正切爲三率求得四

率爲太陰距二分弧之正切此正弧三角形有交角有赤道求黃道本法仍

爲三率半徑一千萬爲一率太陰距二分弧與赤道交

角餘弦爲二率求得四率爲正切得太陰距二分赤道

經度此正弧三角形有交角有黃道求赤道本法自冬至起算得太陰赤道

經度食甚太陰黃道經度不及三宮者距二分赤道度與三宮相減過三宮者加三宮過六宮者與九宮相減過九宮者加九宮即得自冬至起算赤道經度

以食甚太陰赤道經度察本年赤道宿鈐內足減某宿

度分則減之得食甚太陰赤道宿度

半徑一千萬爲一率太陰距二分弧與赤道交角正切

爲二率食甚太陰距二分赤道經度正弦爲三率求得

四率爲正切得食甚太陰赤道緯度此正弧三角形有交角有赤道求距緯本法

半徑一千萬爲一率黃赤大距即黃赤交角正弦爲二率影距二分黃道經度即實望太陽黃道實行距二分宮度之數正弦爲三率求得四率爲正弦得影距赤道度春分後秋分前爲南秋分後春分前爲北此正弧三角形有交角有黃道求距緯本法地影與太陽對衝故南北相反且食甚距時太陽行分無多故即用實望黃道度置九十度南加北減得影距北極

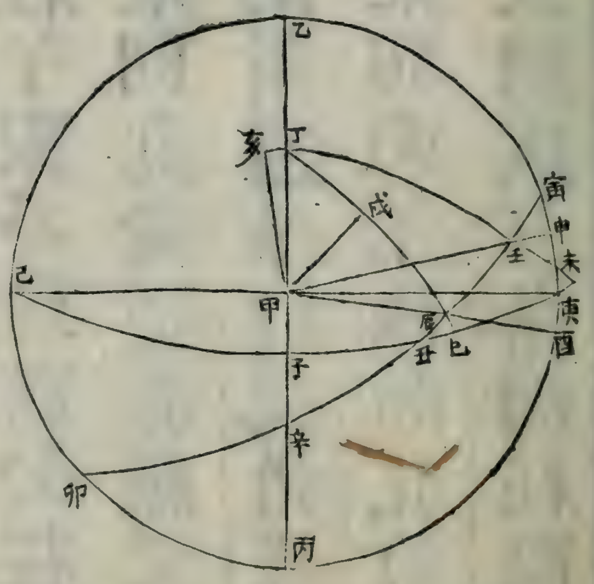
影距二分黃道經度餘弦爲一率黃赤大距餘切爲二率半徑一千萬爲三率求得四率爲正切得黃道赤經

交角此正弧三角形有交角有黃道求交極圈角次形法

以初虧復圓各距子正之時刻變赤道度在子正後者即爲距子正時刻在子正前者與二十四時相減爲距子正時刻得初虧復圓各影距正午赤道度在子正前者影在午東在子正後者影在午西

以北極距天頂爲一邊影距北極爲一邊初虧復圓各影距正午赤道度爲所夾之角用斜弧三角形垂弧法自天頂作垂弧至赤道經圈即成兩正弧三角形先以半徑一千萬爲一率影距正午赤道度餘弦爲二率北極距天頂正切爲三率求得四率爲正切得距極分邊此正弧三角形有交角有黃道求赤道本法仍與影距北極相加減爲距影

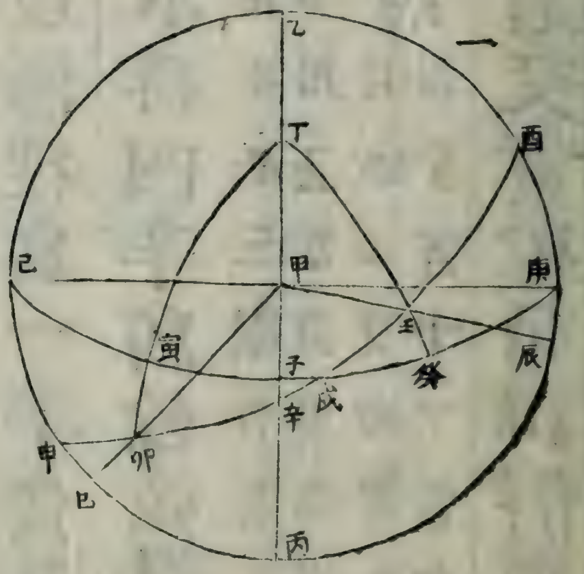
分邊影距正午赤道度不及九十度者作垂弧於形內故減過九十度者作垂弧於形外故加次以半徑一千萬為一率影距正午赤道度正切為二率距極分邊正弦為三率求得四率為垂弧正切此正弧三角形有交角有赤道求距緯本法仍為二率距影分邊正弦為一率半徑一千萬為三率求得四率為正切得初虧復圓各赤經高弧交角此正弧三角形有赤道有距緯求交角本法若影在正午則赤經與高弧合無交角若影距正午赤道度及影距北極各為九十度則北極距天頂即為赤經高弧交角度如圖甲為天頂乙庚丙巳為地平圈乙甲丙為子午經圈庚子巳為赤道寅辛卯為黃道丁甲為北極距天頂地影在辰則丁巳為赤經甲酉為高弧子巳為距午赤道度即甲丁辰斜弧三角形之丁角度其角銳故作垂弧於形內先以

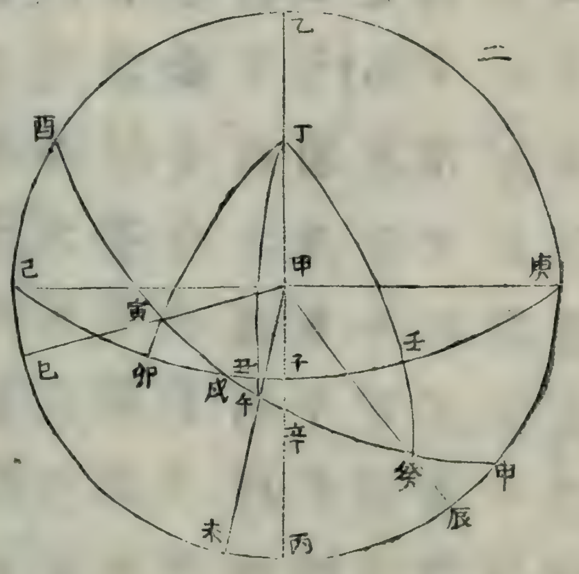


丁角當交角丁甲當黃道則丁戌如赤道求得距極分邊與丁辰影距北極相減得戌辰距影分邊次以丁角當交角丁戌當赤道則甲戌如距緯求得垂弧未以戌辰當赤道甲戌當距緯則辰角如交角求得赤經高弧交角也若地影在壬則子未爲距午赤道度即甲丁壬斜弧三角形之丁角度其角鈍故作垂弧於形外先求丁亥與丁壬相加得亥壬次求亥甲未求得壬角爲赤經高弧交角也若丁角爲九十度則甲丁即垂弧

置黃道赤經交角加減初虧復圓各赤經高弧交角得初虧復圓各黃道高弧交角太陰在夏至前六宮影在午西則減亦爲限西影在午東則加加過九十度與半周相減亦爲限東若不及九十度則不與半周相減變

爲限西太陰在冬至前六宮影在午東則減亦爲限東
影在午西則加加過九十度與半周相減亦爲限西若
不及九十度則不與半周相減變爲限東若影在正午
無赤經高弧交角則黃道赤經交角即黃道高弧交角
而夏至前爲限西冬至前爲限東黃平象限夏至前必
在午東冬至前必在午西而黃道橫帶之勢夏至前午
東向北黃道赤經交角在於赤經之外故相加午西向
南黃道赤經交角在於赤經之內故相減冬至前則午
東向南午西向北故加減相反也且高弧正當黃平象
限則成直角而在限東則與限東黃道成銳角在限西



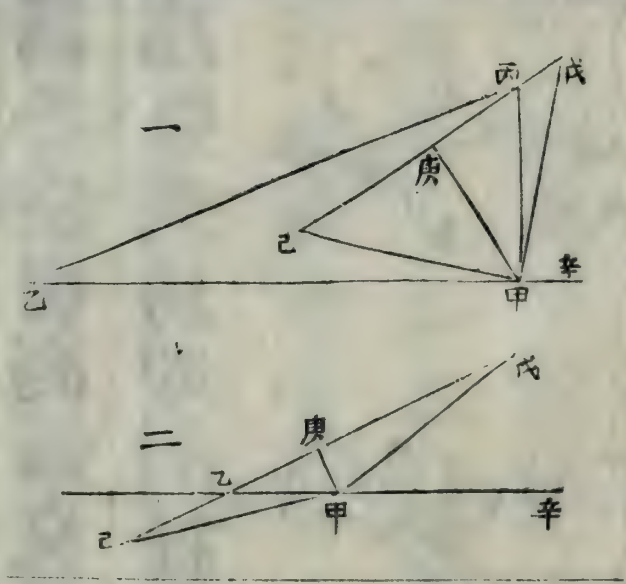


則與限西黃道成銳角故影在子午圈及象限之間兩角相加仍不滿九十度而限東西與午東西相反也甲爲天頂乙庚丙己爲地平圈乙甲丙爲子午圈庚子巳爲赤道酉辛申爲黃道如第一圖戌爲春分當黃平象限酉爲夏至當東地平是爲夏至前六宮在地平上影在午西卯點則甲卯丁赤經高弧交角與戌卯寅黃道赤經交角相減得戌卯甲黃道高弧交角爲限西影在午東壬點則甲壬丁赤經高弧交角與丁壬酉黃道赤經交角相加得甲壬酉角與半周相減得戌壬甲黃道高弧交角爲限東也如第二圖戌爲秋分當黃平象限申爲冬至當東地平是

爲冬至前六宮在地平上影在午東癸點則甲癸丁赤經高弧交角與戌癸壬黃道赤經交角相減得戌癸甲黃道高弧交角爲限東影在午酉寅點則甲寅丁赤經高弧交角與丁亥酉黃道赤經交角相加得甲寅酉角與半周相減得戌寅甲黃道高弧交角爲限西若影在子午圈及黃平象限之間如午點則甲午丁赤經高弧交角與丑午戌黃道赤經交角相加得戌午甲角不滿九十度故即爲黃道高弧交角而午酉變爲限東夏至前六宮影在子午圈及黃平象限之間者亦倣此黃平象限者黃道距地平左右各一象限之點也

以併徑爲一率食甚實緯爲二率半徑一千萬爲三率求得四率爲餘弦得併徑交實緯角此正弧三角形有黃道有赤道求交角本法三邊皆甚小故不用正切直用弧線也乃置九十度加減斜距黃道交角月距正交初宮六宮初虧減復圓加五宮十一宮初虧加復圓減得初虧復圓各黃道交實緯角與併徑交實緯角相減得初虧復圓各併

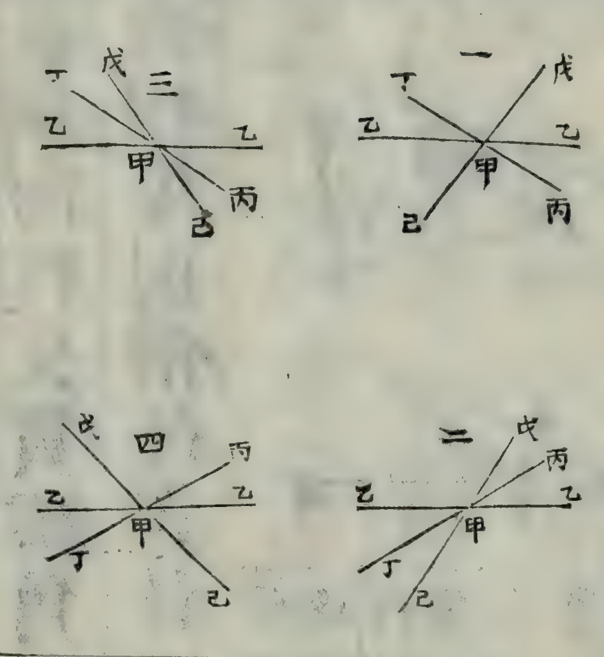
徑黃道交角即緯差角黃道交實緯角大則距緯南北與食甚同併徑交實緯角大則距緯南北與食甚相反若兩角相等則併徑與黃道合無交角如圖甲己為黃道丙乙為白道戊己為兩



徑斜距甲為地影心庚為食甚月心戊為初虧月心己為復圓月心先求得庚甲戊或庚甲己角為併徑交實緯角乃以丙甲庚斜距黃道交角與九十度相加得庚甲辛初虧黃道交實緯角相減得庚甲乙復圓黃道交實緯角內各減庚甲戊或庚甲己角初虧得戊甲辛角復圓得己甲乙角各為併徑黃道交角在黃道南北與食甚同如第二圖庚甲己角大於庚甲乙角則庚點與己點各在黃道左右故南北與食甚相反此皆交前立圖若交後則初虧復圓易位也

置初虧復圓各黃道高弧交角加減初虧復圓各併徑

黃道交角限東者初虧緯南加北減復圓緯南減北加限西者初虧緯南減北加復圓緯南加北減得初虧復圓各併徑高弧交角即定交角如無併徑黃道交角則黃道高弧交角即併徑高弧交角甲乙為黃道戊為天頂戊巳為高弧甲丙為初虧併徑甲丁為復圓併徑第一圖限東初虧緯南則以戊甲乙黃道高弧交角與丙甲乙併徑黃道交角相加得戊甲丙併徑高弧交角復圓緯北則以巳甲乙黃道高弧交角與丁甲乙併徑黃道交角相加得丁甲巳併徑高弧交角第二圖限東初虧緯北則以戊甲乙黃道高弧交角與丙甲乙併徑黃道交角相減得戊甲丙併徑高弧交角復圓緯南則以巳甲乙黃道高弧交角與丁甲乙併徑黃道交角相減得丁甲巳併徑高弧交角第三圖限西初



虧緯南如第二圖復圓復圓緯北如第二圖初虧第四圖限西初虧緯北如第一圖復圓復圓緯南如第一圖初虧也

初虧在限東者併徑高弧交角初度爲正下四十五度以內爲下偏左以外爲左偏下九十度爲正左過九十度爲左偏上初虧在限西者併徑高弧交角初度爲正上四十五度以內爲上偏左以外爲左偏上九十度爲正左過九十度爲左偏下併徑黃道交角大反減黃道高弧交角者左變爲右復圓在限東者併徑高弧交角初度爲正上四十五度以內爲上偏右以外爲右偏上九十度爲正右過九十度爲右偏下復圓在限西者併

徑高弧交角初度爲正下四十五度以內爲下偏右以外爲右偏下九十度爲正右過九十度爲右偏上併徑黃道交角大反減黃道高弧交角者右變爲左月體自西而東而限東則由上向下限西則由下向上初虧於前復圓於後故初虧方位恆在左復圓方位恆在右而以限東西定上下也若緯差角大於黃道高弧交角則併徑越過高弧之外故方位左右相反也

初虧復圓距時倍之得食限總時

月食帶食算例

用日躔法求得日出入時分與食甚時分相減得帶食

距時太陰出入地平距食甚之時刻月食時日月相對故日出入時刻卽月出入時刻也

以一小時化作三千六百秒爲一率一小時兩徑斜距爲二率帶食距時爲三率求得四率爲帶食距弧

半徑一千萬爲一率帶食距弧餘弦爲二率食甚實緯餘弦爲三率求得四率爲餘弦得帶食兩心相距此正弧三角形有赤道有距緯求黃道次形法食甚實緯爲股帶食距弧爲勾帶食兩心相距爲弦與初虧復圓併徑爲弦之理同

以太陰全徑爲一率十分爲二率併徑內減帶食兩心相距餘爲三率求得四率以分收之得帶食分秒

以影距赤道度餘弦爲一率卽影距北極正弦北極高度正弦

爲二率半徑一千萬爲三率求得四率爲餘弦得帶食赤經高弧交角此有黃道有距緯求交角本法以影距北極當黃道北極高度當距緯求得赤經交地平角即赤經高弧交角之餘帶出地平爲東帶入地平爲西帶食時太陰必在地平而子午圈交地平之直角對影距北極赤經高弧交角之餘角對北極距地平故用正弧三角形法求得餘角也或以半徑爲一率影距正午赤道度正弦爲二率北極距天頂正弦爲三率求得四率即赤經高弧交角正弦蓋影在地平則高弧必九十度而影距正午赤道度即北極角之度故用對邊對角法以高弧爲對所知之邊影距正午赤道度爲所知之角北極距天頂爲對所求之邊求得赤經高弧交角若初虧復圓正當日出入時刻則亦可用此法求之

置黃道赤經交角加減帶食赤經高弧交角得帶食黃

道高弧交角太陰在夏至前六宮影在午西則減午東則加加過九十度與半周相減用其餘太陰在夏至後六宮影在午西則加加過九十度與半周相減用其餘午東則減（詳月食算例）

以帶食兩心相距爲一率食甚實緯爲二率半徑一千萬爲三率求得四率爲餘弦得帶食兩心相距交實緯角（與求初虧復圓併徑交實緯角之理同）與初虧或復圓黃道交實緯角（帶食在食甚前用初虧黃道交實緯角帶食在食甚後用復圓黃道交實緯角）相減得帶食兩心相距與黃道交角（卽緯差角）黃道交實緯角大則距緯南北與食甚同帶食兩心相距交實緯角大則距緯南北

與食甚相反若兩角相等則兩心相距與黃道合無交角（詳月食算例）

置帶食黃道高弧交角加減帶食兩心相距與黃道交角得帶食兩心相距與高弧交角（即定交角）食甚前帶出地平及食甚後帶入地平者緯南則加北則減食甚後帶出地平及食甚前帶入地平者緯南則減北則加若帶食兩心相距與黃道合無交角則帶食黃道高弧交角即帶食兩心相距與高弧交角（詳月食算例）

食甚前以初虧法求得帶食方位食甚後以復圓法求得帶食方位

日食算例

用日躔月離月食法求得首朔太陰交周以太陰交周朔策一宮零四十分十三秒五十五微遞加十三次得逐月朔太陰交周黃道北距交二十一度十八分以內（自初宮初度至二十一度十八分自五宮八度四十二分至三十度）黃道南距交九度十四分以內（自六宮初度至九度十四分自十一宮二十度四十六分至三十度）爲太陰入交第幾月入交即第幾月可食凡實朔可食之限北爲十八度二十六分南爲六度二十二分（解見下求實朔望時條）加平朔實朔之大差二度五十二分（與平望實望之大差同見月食算例）爲平朔可食之限也

以太陰入交月數與朔策（見上）相乘仍加首朔日分得平朔距冬至日數再加天正冬至（不用餘分）滿紀法六十去之叚加一日自初日甲子起算得平朔干支

以平朔距冬至日數用推日躔月離法各求其子正黃道實行如太陰未及太陽則平朔日即實朔本日叚求次日子正兩實行如太陰己過太陽則平朔日即實朔次日叚求本日子正兩實行用推合朔弦望時刻法得實朔泛時

以實朔泛時設前後兩時用月食求實望實時法得實朔實時用推日躔月離法各求黃道實行則太陽太陰

必同宮同度乃視月距正交在交北十八度二十六分以內（自初宮初度至十八度二十六分自五宮十一度三十四分至三十度）或交南六度二十二分以內者（自六宮初度至六度二十二分自十一宮二十三度三十八分至三十度）爲食限最大太陽視半徑（十六分二十二秒半）及太陰視半徑（十六分四十八秒）相併得三十三分十一秒半以當距緯用最小黃白交角（四度五十九分三十五秒）推得距交白道經度六度二十二分即黃道南實朔可食之限又以最大高下差（一度一分二十七秒）及併徑相加得一度三十四分三十七秒半以當距緯用最小黃白交角推得距交白道經度十八度二十六分即黃道北實朔可食之限也

置實朔實時加減均數時差及升度時差求之之法及加減之法并見日躔算例得實朔用時距日出前日入後五刻以內者可以見食五刻以外者全在夜即不必算以最大併徑當月距日實行則歷時不過五刻一小時月距日實行二十七分四十三秒與六十分之比同於併徑三十三分十秒半與七十二分之比故歷時不過五刻故爲日出前日入後見食之限雖有食甚距時之加減月距日行爲股併徑爲弦股弦差足以相抵至於東西差之距時乃是限西加限東減者則早者益早晚者益晚故不計也

用月食法求得斜距黃道交角一小時兩徑斜距食甚實緯食甚距弧食甚距時乃置實朔用時加減食甚距時得食甚用時

用月食法求得太陽視半徑太陰視半徑太陰地半徑差（即本日太陰在地平上最大地半徑差）乃於太陰地半徑差內減太陽地半徑差十秒得地平高下差地半徑差即視高低於實高之差而距地遠則小近則大故太陰最大太陽甚小然則推步所得日月高弧雖等測驗之際太陰必在太陽之下是爲高下差且地平上地半徑差爲最大則高下差亦以地平上爲最大今先求最大高下差然後逐時高下差皆可以天頂遠近比例求得也（詳地半徑差篇地半徑差既以距天頂比例則較與較之比原同於全與全之比故高下差亦以距天頂比例也）

置太陽視半徑減光分十五秒得太陽實半徑日體純

陽其光恆溢於實徑之外周圍皆大十五秒故以減於
視半徑然後推算受食之分
以太陽實半徑與太陰視半徑相加得併徑
以一小時化作三千六百秒為一率一小時太陽黃道
實行為二率食甚距時為三率求得四率為距時日實
行置實朔太陽黃道實行加減之（距時加者亦加距時減者亦減）得食
甚太陽黃道經度（東西差雖亦有日行分所差無多故不必另算）
以食甚太陽黃道經度察本年黃道宿鈐內足減某宿
度分則減之得食甚太陽黃道宿度
半徑一千萬為一率黃赤大距（即黃赤交角）餘弦為二率食

甚太陽距二分黃道經度六宮以內與三宮相減六宮以外與九宮相減正切

爲三率求得四率爲正切得距二分赤道經度此正弧三角形

本法自冬至起算得食甚太陽赤道經度

以食甚太陽赤道經度察本年赤道宿鈐內足減某宿

度分則減之得食甚太陽赤道宿度

半徑一千萬爲一率黃赤大距正弦爲二率食甚太陽

距二分黃道經度正弦爲三率求得四率爲正弦得食

甚太陽赤道緯度此正弧三角形本法春分後秋分前爲北秋分

後春分前爲南

置九十度加減太陽赤道緯度南加北減得太陽距北極

以食甚太陽距二分黃道經度餘弦爲一率黃赤大距餘切爲二率半徑一千萬爲三率求得四率爲餘切得黃赤二經交角此正弧三角形有黃道有交角求交極圖角次形法交極圖角即黃道赤經交角而黃赤二經交角爲其餘角故黃赤二經交角餘切即交極圖角正切冬至後黃經在赤經西夏至後黃經在赤經東太陽在冬夏至則黃經與赤經合無交角冬至後黃極在赤極之西夏至後黃極在赤極之東故黃經隨之冬至經圈過二極故二經合爲一線冬至後二經漸離有交角而黃道距北極左近右遠故黃極必在赤極之西則黃經亦在西至春分而交角最大與黃赤大距等春分後漸小至夏至則經圈又過二極二經合爲一線夏至後二經漸離有交角而黃道距北極左遠右近故黃極必在赤極之東則黃經亦在東至秋分而交角最大又與黃赤大距等秋分後漸小至冬至又合爲一線也

以斜距黃道交角命爲黃白二經交角實朔月距正交初宫十一宫白經在黃經西五宫六宫白經在黃經東太陰在斜距上行故食甚實緯與斜距成直角而斜距黃道交角即黃經與食甚實緯相交之角（詳月食筭例）故爲黃白二經交角（食甚實緯與月行道成直角故爲白經）且正交前後如黃經之春分前後中交前後如黃經之秋分前後故東西之理并與黃赤二經交角同（春分前後即冬至後秋分前後即夏至後而月距正交初宫爲正交後十一宫爲正交前五宫爲中交前六宫爲中交後正交白道自南而北故如春分中交白道自北而南故如秋分）

黃赤二經交角與黃白二經交角相加減得赤白二經

交角二角之東西同者相加白經在赤經之東西仍同一東一西者相減東數大則白經在赤經東西數大則白經在赤經西若兩角相等減盡無餘則白經與赤經合無交角如無黃赤二經交角則黃白二經交角即赤白二經交角東西幷同（初虧至復圓通用）

本法（以下有本法又法兩種算）

一求食甚用時兩心視相距

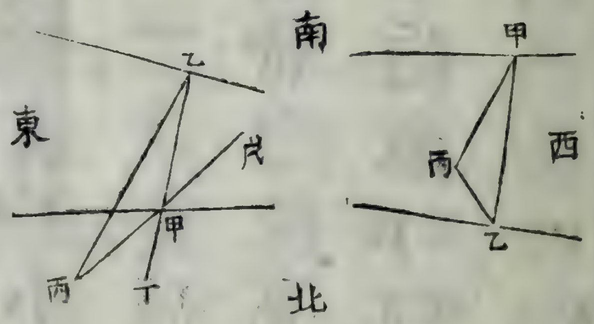
以食甚用時與十二時相減餘數變赤道度得用時太陽距午赤道度爲所夾之角以北極距天頂爲一邊太陽距北極爲一邊用斜弧三角形垂弧法求得對北極

距天頂之角爲用時赤經高弧交角詳月食筭例午前赤經在高弧東午後赤經在高弧西仍與赤白二經交角相加減得用時白經高弧交角二角之東西同者相加白經在高弧之東西仍同一東一西者相減東數大則白經在高弧東西數大則白經在高弧西如無赤經高弧交角則赤白二經交角即白經高弧交角如無赤白二經交角則赤經高弧交角即白經高弧交角東西并仍同若兩角俱無或相等減盡則白經與高弧合無交角

食甚用時即眞時用時高下差與食甚實緯相加減緯南則加緯北則減爲兩心視相距

以用時赤經高弧交角正弦爲一率北極距天頂正弦爲二率用時太陽距午赤道度正弦爲三率求得四率爲正弦得用時太陽距天頂此斜弧三角形對邊對角法赤經高弧交角爲對所知之角北極距天頂爲所知之邊太陽距午赤道度爲對所求之角太陽距天頂爲所求之邊仍以其正弦爲三率半徑一千萬爲一率地平高下差爲二率求得四率爲用時高下差詳地半徑差編及上地平高下差條

月在黃道北則用時白經高弧交角即對兩心視相距角實距在高弧之東西與白經同月在黃道南則以用時白經高弧交角與半周相減餘爲對兩心視相距角實距在高弧之東西與白經相反甲爲日心乙爲月心丙爲日影心甲丙爲



高下差丙甲戊即高弧甲乙爲實相距乙甲丁即白經乙丙爲視相距月在黃道北則丙甲乙白經高弧交角即對兩心視相距角而甲乙實距在甲丙高弧西與白經同若月在黃道南則日影心在黃道北以丙甲丁白經高弧交角與半周相減得丙甲乙角爲對兩心視相距角而甲丁白經在丙甲高弧西甲乙實距在甲戊高弧東爲相反白經在高弧東者倣此蓋高下差本是月視高低於實高之差而今以簡平儀繪圖算從上俯視故爲日影心移近天頂之差

以用時兩心實相距即食甚實緯爲一邊用時高下差爲一邊用時對兩心視相距角爲所夾之角用切線分外角法求得半較角與半外角相加減兩心實相距大於高下差則加小於高下差則減得用時對兩心實相距角以其正弦爲一率用時

兩心實相距爲二率用時對兩心視相距角正弦爲三率求得四率爲用時兩心視相距白經在高弧西視距大於併徑或無食或食未及與併徑等食甚用時即初虧眞時小於併徑在初虧食甚之間白經在高弧東視距大於併徑或無食或食已過與併徑等食甚用時即復圓眞時小於併徑在食甚復圓之間

二求食甚設時兩心視相距及食甚眞時

用時白經高弧交角東向前取西向後取角大遠取角小近取遠不過九刻近或數分量距用時前後若干分爲食甚設時

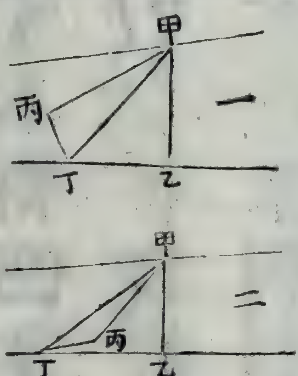
以食甚設時與食甚用時相減得設時距分為三率一小時化作三千六百秒為一率一小時兩徑斜距為二率求得四率為設時距弧

以食甚實緯為一率設時距弧為二率半徑一千萬為三率求得四率為正切得設時對距弧角此正弧三角形有赤道有距緯求交角本法因三邊甚小故實緯不用正弦距弧不用正切直用弧線比例也蓋食甚實緯為股設時距弧為勾設時兩心實相距為弦故實緯當赤道距弧當距緯對距弧角當交角仍求正弦為一率設時距弧為二率半徑一千萬為三率求得四率為設時兩心實相距此亦以弧線直用對邊對角法

用食甚設時依食甚用時例求得設時白經高弧交角

設時高下差

月在黃道北以設時白經高弧交角與設時對距弧角相減餘爲設時對兩心視相距角對距弧角小則實距在高弧之東西與白經同對距弧角大則實距在高弧之東西與白經相反

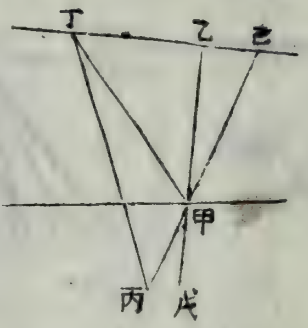


甲爲日心乙爲用時月影心丙爲設時日影心丁爲設時月影心乙丁爲距弧丁丙爲設時兩心視相距月在黃道北故以丙甲乙白經高弧交角與丁甲乙對距弧角相減得丁甲丙角爲設時對兩心視相距角而第一圖丁甲乙角小於丙甲乙角故甲丁實距在甲丙高弧西與白經同第二圖丁甲乙角大於丙甲乙角故甲丁實距在甲丙高弧東甲乙白經在高弧西爲相反白經在高弧東者做此

月在黃道南以設時白經高弧交角與設時對距弧角相加得數與

半周相減餘爲設時對兩心視相距角實距在高弧之

東西與白經相反甲爲日心乙爲用時月影心丙爲設時日影心丁爲設時月影心乙丁爲



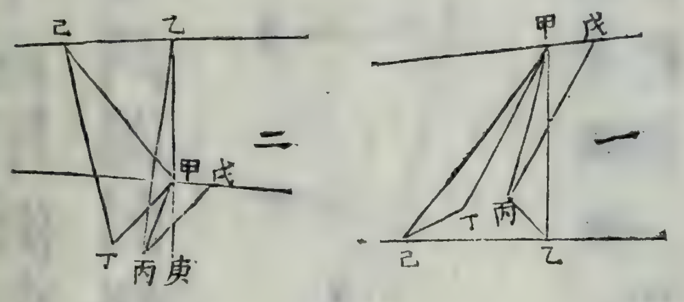
距弧丙甲巳爲高弧戊甲乙爲白經丁丙爲設時兩心視相距月在黃道南故以丙甲戊白經高弧交角與丁甲乙對距弧角相加與半周相減得丁甲丙角爲設時對兩心視相距角而戊甲白經在甲丙高弧西甲丁實距在甲巳高弧東爲相反白經在高弧東者倣此

如兩角相等減盡或相加適足一百八十度則兩心實相距與高弧合無交角亦無對兩心視相距角即以設時高下差與兩心實相距相加減緯南則加緯北則減爲設時兩心視相距

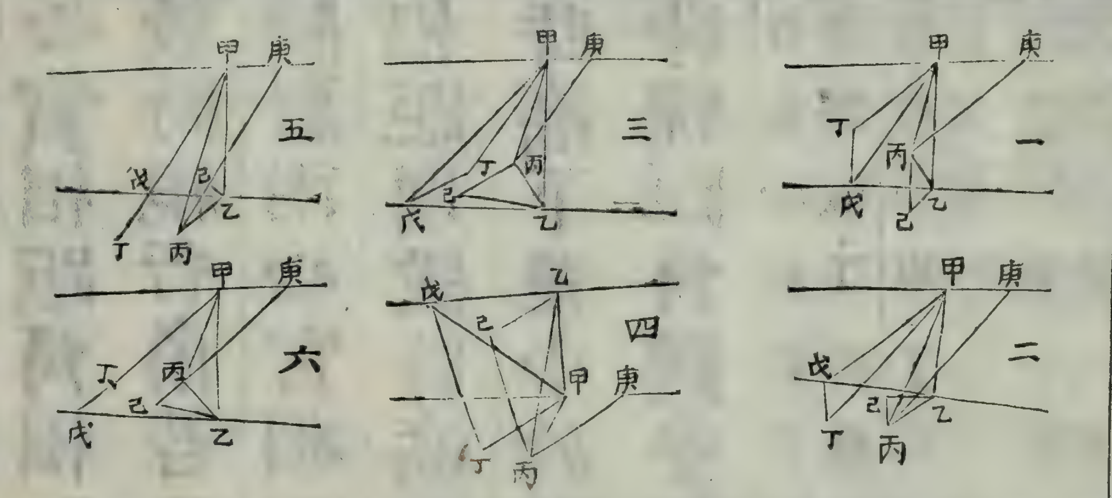
用食甚設時諸數依食甚用時例求得設時對兩心實

相距角設時兩心視相距

以設時白經高弧交角與用時白經高弧交角相減得白經高弧交角較與用時對兩心實相距角相加減緯北則減緯南則加得設時高弧交用時視距角甲爲日心乙爲用時月影心丙爲用時日影心甲丙爲用時高弧乙丙爲用時兩心視相距丁爲設時日影心巳爲設時月影心甲丁爲設時高弧丁巳爲設時兩心視相距如第一圖月在黃道北乙甲丁設時白經高弧交角內減乙甲丙用時白經高弧交角餘丙甲丁角爲白經高弧交角較丙戊與甲丁平行故與甲丙戊角等乃與甲丙乙用時對兩心實相距角相減得戊丙乙角爲設時高弧交用時視距角如第二圖月在黃道南庚甲丁設時白經高弧交角內減庚甲丙用時白經高弧交角餘丙甲丁角爲白經高弧交角較亦與



甲丙戊角等乃與甲丙乙角相加得戊丙乙角爲設時高弧交用時視距角也仍與設時對兩心實相距角相加減兩實距在高弧之東西同者相減若一東一西者相加得對設時視行角若加過半周與全周相減用其餘如無設時對兩心實相距角而設時高下差大於設時兩心實相距則設時高弧交用時視距角即對設時視行角設時高下差小於設時兩心實相距則以設時高弧交用時視距角與半周相減餘爲對設時視行角甲爲日心乙爲用時月影心丙爲用時日影心甲乙爲用時實距甲丙爲用時高弧丁爲設時日影心戊爲設時月影心甲戊爲設時實距甲丁爲設時高弧丙庚與甲丁平行故乙丙庚角爲設時高弧交用時視距角丙已與丁戊等而平行故已丙庚角與戊丁甲角等爲設時對兩心實相距角而乙丙已三角形之乙丙邊即用時視距已丙邊即設

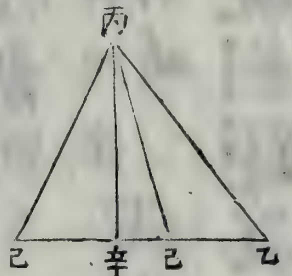


時視距乙巳邊即設時視行乙丙巳角爲對設時視行角如第一圖月在黃道北兩實距同在高弧西則以乙丙庚角與巳丙庚角相減得乙丙巳角兩實距同在高弧東者倣此如第二圖月在黃道北用時實距在高弧西設時實距在高弧東則以乙丙庚角與巳丙庚角相加得乙丙巳角用時實距在高弧東設時實距在高弧西者倣此如第三圖月在黃道北兩實距亦一東一西而乙丙庚角與巳丙庚角相加過半周故與全周相減得乙丙巳角如第四圖月在黃道南兩實距必同在高弧東或西以乙丙庚角與巳丙庚角相減得乙丙巳角如第五圖月在黃道北設時實距與高弧合而甲丁高下差大於甲戊實距則乙丙庚角即乙丙巳角如第六圖月在黃道北設時實距與高弧合而甲丁高下差小於甲戊實距則乙丙庚角與半周相減得乙丙巳角若月在黃道南則實距不得與高弧合也

以用時兩心視相距爲一邊設時兩心視相距爲一邊對設時視行角爲所夾之角用切線分外角法求得半較角與半外角相加減設時兩心視相距大於用時兩心視相距則加小於用時兩心視相距則減得對設時視距角以其正弦爲一率設時兩心視相距爲二率對設時視行角正弦爲三率求得四率爲設時視行此亦以弧線用直線法下倣此

半徑一千萬爲一率對設時視距角餘弦爲二率用時兩心視相距爲三率求得四率爲眞時視行又以對設時視距角正弦爲二率用前一三率求得四率爲眞時兩心視相距蓋以日影心爲不動而自用時月心至設

時月心爲設時視行即三角形之底邊用時設時兩視距爲兩腰今求形內或形外垂綫爲眞時兩心視相距垂線爲最近點與求斜距線上成直角點之理同故用正弧三角形有黃道有交角求赤道法得眞時視行又用有黃道有交角求距緯法得眞時兩心視相距因邊小故直用弧綫算之也



如圖丙爲日影心乙爲用時月心巳爲設時月心辛爲眞時月心丙乙爲用時視距丙巳爲設時視距乙巳爲設時視行乙角爲對設時視距角乙辛爲眞時視行丙辛爲眞時視距即形內或形外垂線也

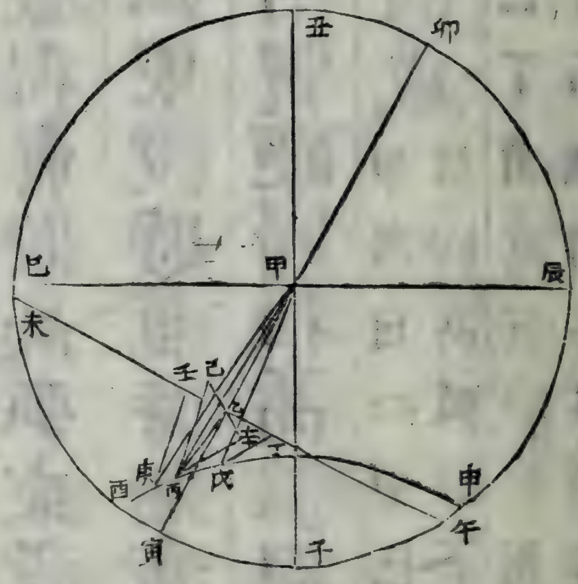
以設時視行爲一率設時距分爲二率眞時視行爲三率求得四率爲眞時距分白經在高弧西爲加在高弧

東爲減若對設時視距角爲鈍角則眞時兩心視相距必在用時兩心視相距之傍爲形外垂線故眞時距分加減相反三求諸條一依食甚設時例與食甚用時相較得定眞時距分與食甚用時加減之法同眞時距分

丙爲日影心乙爲用時月心丙乙爲用時兩心視相距巳爲設時月心丙巳爲設時兩心視相距丙乙巳對設時視距角爲鈍角則丙辛垂線必在丙乙線之外故用丙乙巳角之外角求得乙辛弧爲眞時視行比例得眞時距分而與設時在用時之前後相反故加減亦相反也加減旣相反則用時爲近故依設時例與用時相較求得定眞時距分而定眞時必在乙點用時之外與辛點同向故置用時加減之例亦與眞時距分同

按食甚眞時白經在東則在用時前白經在西則在用時後必與食甚設

時同在一邊此常理也若值二分時黃赤二經交角既大又與黃白二經交角東西同向則赤白二經交角必甚大用時距午度過三十度以外而白經高弧交角猶小赤道距等圈隨天西轉之勢幾乎直立高下差必時時驟增而月視緯在南者高下差大則視距亦大高下差小則視距亦小故或有眞時與設時各在用時之前後者蓋設時既遠正午視距大於用時視距而比用時距午差近之時得視距最小爲眞時視距也子丑爲子午圈寅卯爲白經辰巳爲日軌午未爲白道卽兩徑斜距申酉弧爲赤道距等圈甲爲日心乙爲月心丙爲用時日影心甲丙爲用時高下差乙丙爲用時兩心視相距視緯在南寅甲丙角爲用時白經高弧交角白經在高弧



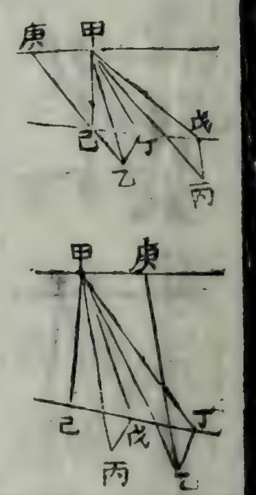
西壬爲設時月心庚爲設時日影心甲庚爲設時高下差壬庚爲設時兩心視相距寅甲庚角爲設時白經高弧交角若以庚點合於丙點則丙巳與壬庚等而平行故亦爲設時兩心視相距乙巳爲設時視行丙乙巳對設時視距角爲鈍角則眞時月心必在用時月心之西如丁點而戊爲眞時日影心甲戊爲眞時高下差戊丁爲眞時兩心視相距寅甲戊角爲眞時白經高弧交角距弧在西則時刻必早而近午故高下差及白經高弧交角俱小於用時而距弧無多故兩心視相距亦小也以戊點合於丙點則丙辛與戊丁等而平行故亦爲眞時兩心視相距而辛角爲直角也

置食甚用時加減眞時距分得食甚眞時

三求食甚考定眞時及食分

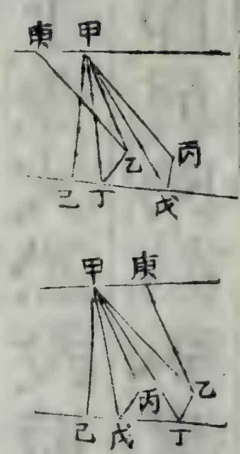
用食甚眞時諸數依食甚設時例求得眞時距弧眞時白經高弧交角眞時對兩心視相距角眞時對兩心實相距角考眞時兩心視相距

以眞時白經高弧交角與設時白經高弧交角相減得眞時白經高弧交角較與設時對兩心實相距角相加減得眞時高弧交設時視距角月在黃道北白經在高弧東設時眞時兩實距同在高弧西或白經在高弧西兩實距同在高弧東者設時白經高弧交角小則加大則減甲爲日心甲己爲白經甲乙爲設時高弧甲丙爲眞時高弧甲丁爲設時實距甲戊爲眞時實距甲乙丁角爲設時對兩心實相距角乙庚與甲丙平行故甲乙庚角爲眞時白經高弧交角較庚乙丁角爲眞時



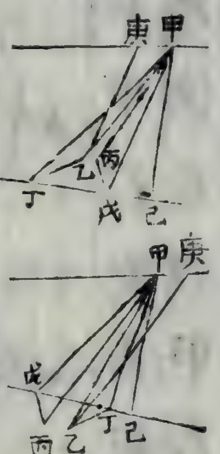
高弧交設時視距角如上下二圖兩實距俱在高弧西白經在高弧東而上圖設時交角小故甲乙庚角與甲乙丁角相加下圖設時交角大故甲乙庚角與甲乙丁角相減得庚乙丁角白經在高弧西兩實距在高弧東倣此

白經及兩實距同在高弧西或高弧東者設時白經高弧交角小則減大則



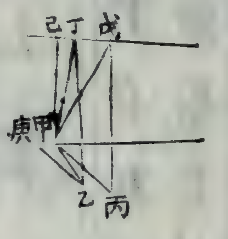
加如圖白經及兩實距俱在高弧東而上圖設時交角小故甲乙庚角與甲乙丁角相減下圖設時交角大故甲乙庚角與甲乙丁相加得庚乙丁角白經及兩實距俱在高弧西倣此

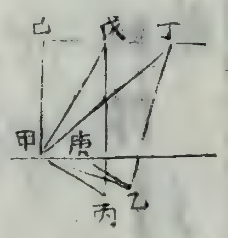
兩實距一在高弧東一在高弧西皆相



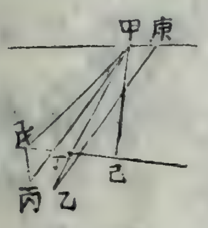
減如上圖設時實距在高弧東眞時實距在高弧西而設時交角大下圖設時實距在高弧西眞時實距在高弧東而設時交角小皆以甲乙庚角與甲乙丁角相減得庚乙丁角

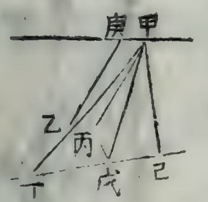
月在黃道南白經在高弧東兩實距必同



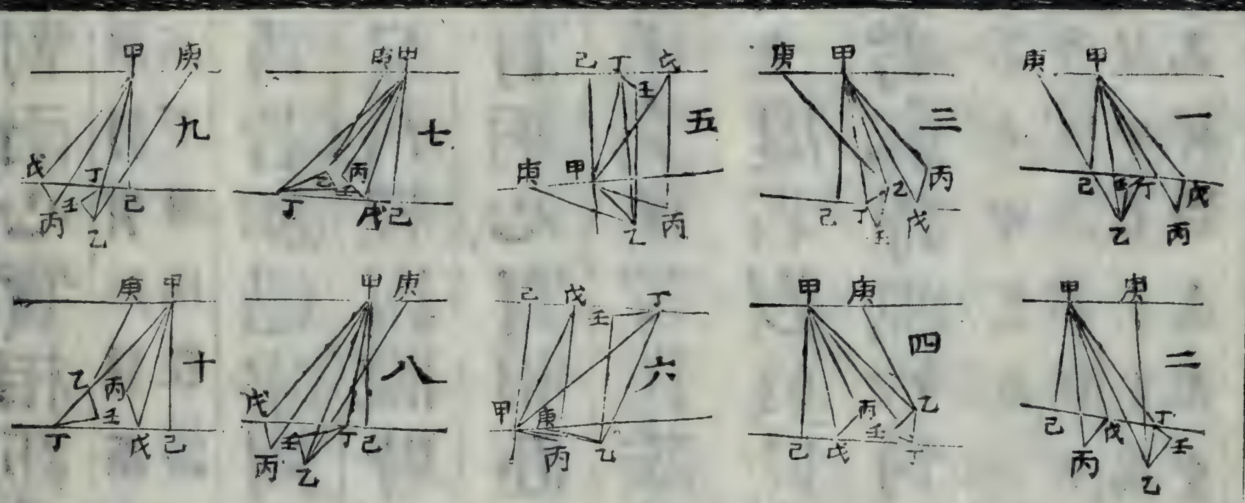


在高弧西設時白經高弧交角小則加大則減如圖白經在高弧東兩實距俱在高弧西而上圖設時交角小故甲乙庚角與甲乙丁角相加下圖設時交角大故甲乙庚角與甲乙丁角相減得庚乙丁角白經在高弧西兩實距必同在高弧東倣此如無設時對兩心實相距角而設時高下差大於設時兩心實相距則眞時白經高弧交角較即眞時高弧交設時視距角設時高下差小於設時兩心實相距則以眞時白經高弧交角較與半周相減餘爲眞時高弧交設時視距角如圖月在黃道北設時高弧與實距合無對兩心實相距角而上圖設時高下差大於實距故甲乙庚角即庚乙丁角下圖設時高下差小於實距故以甲乙庚角與半周相減得庚乙丁角仍與眞時

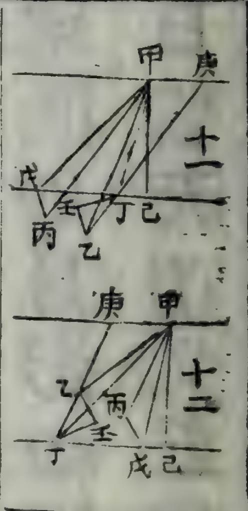




對兩心實相距角相加減兩實距在高弧之東西同者相減若一東一西者相加如設時實距與高弧合無東西者設時高下差比設時實距大則減小則加得對考眞時視行角若加過半周與全周相減用其餘如眞時白經高弧交角較與設時對兩心實相距角相等減盡者以眞時對兩心實相距角爲對考眞時視行角如眞時白經高弧交角較與設時對兩心實相距角相加適足一百八十度者以眞時對兩心實相距角與半周相減餘爲對考眞時視行角甲爲日心乙爲設時日影心丙爲眞時日影心丁爲設時月影心戊爲眞時月影心甲巳爲白經甲乙爲設時高弧甲丙爲眞時高弧甲丁爲設時實距甲戊爲眞時實距乙庚與甲丙平行故甲乙庚角爲眞時設時白經高弧交角較庚乙丁角爲眞時高弧交設時視距角乙壬與丙戊平行故庚乙



壬角爲眞時對兩心實相距角乙壬與丙戊等故壬丁爲考眞時視行壬乙丁角爲對考眞時視行角如第一圖第二圖月在黃道北設時眞時兩實距俱在高弧西第三圖第四圖兩實距俱在高弧東第五圖第六圖月在黃道南兩實距俱在高弧西皆以庚乙丁角與庚乙壬角相減得壬乙丁角月在黃道南兩實距俱在高弧東倣此第七圖月在黃道北眞時實距在高弧西設時實距在高弧東以庚乙丁角與庚乙壬角相加過半周故與全周相減得壬乙丁角第八圖眞時實距在高弧東設時實距在高弧西以庚乙丁角與庚乙壬角相加得壬乙丁角第九圖設時實距與高弧合而高下差大於實距以庚乙丁角與庚乙壬角相減得壬乙丁角第十圖設時實距亦與高弧合而高下差小於實距以庚乙丁角與庚乙壬角相加過半周故與全周相減得壬乙丁角第十一



圖甲乙庚角與甲乙丁角相等減盡故眞時高弧乙庚與設時視距乙丁合庚乙壬角即爲壬乙丁角第十二圖甲乙庚角與甲乙丁角相加適足一百八十度故乙庚與乙丁聯成一線以庚乙壬角與半周相減得壬乙丁角爲對考眞時視行角也

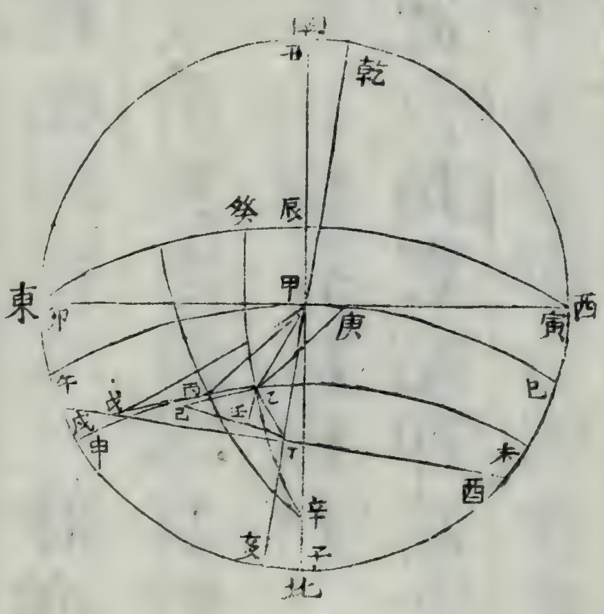
以設時兩心視相距爲一邊考眞時兩心視相距爲一邊對考眞時視行角爲所夾之角用切線分外角法求得半較角與半外角相減考眞時兩心視相距必小於設時兩心視相距故相減得對考眞時視距角以其正弦爲一率考眞時兩心視相距爲二率對考眞時視行角正弦爲三率求得四率爲考眞時視行

半徑一千萬爲一率對考眞時視距角餘弦爲二率設

時兩心視相距爲三率求得四率爲定眞時視行若與考眞時視行等則考眞時兩心視相距已與視行成直角故食甚眞時卽食甚定眞時乃用考眞時兩心視相距求食甚分秒如或大或小則猶未爲直角再用下法求之用簡平儀繪圖算（渾儀從上視如觀平面是爲簡平儀）以本日地平高下差爲半徑作平圓（卽地徑當月天之度）卽地受日照之半面上應渾天半周圓心卽日射地面至地心之點以人視日則人所處之地面卽日影心以日照月則月所當之地面卽月影心假令人所處之地面正在圓心則必見日當天頂又正當子午圈而月之實緯卽日月兩心視

相距外此則日影心之所在隨時隨地不同若日影心與月影心同點則必見日全食若日影心與月影心之相距大於併徑則不見食故先以食甚用時求其兩心視相距復設一時亦求其兩心視相距以此兩視距綫及所夾之角求其對邊爲視行自日影心至視行作垂綫與視行成直角是爲兩心相距最近之處月影心臨此直角之點即爲食甚眞時復考其兩心視相距果與所求垂綫合則食甚眞時即爲定眞時不然則又作垂綫求之蓋太陰視差時時不同其視行之道旣不與白道平行又不能自成直綫其兩心視相距最近之綫不

與白道成直角而與視行成直角實距既不與白道成直角而與斜距成直角視距又不與斜距成直角而與視行成直角故反覆推求務得確準也如圖甲爲



日照地面之正中距圓周各九十度甲子半徑爲本日地平高下差設日在赤道北以其緯度截赤道經圈子丑線於辰作寅辰卯赤道弧又作巳甲午赤道距等圈即太陽隨天西轉之軌辛爲北極辛辰爲九十度辛甲爲日距北極度自甲取用時高下差作甲乙線則乙點爲人所處地面即用日影心甲乙爲用時日距天頂自辛向乙作辛癸弧即本處子午圈辛乙爲本處北極距天頂辛角爲日距午西赤道度又作乾亥白道經圈設月在黃道北以月實緯度自甲截之於丁與乾亥取直角作酉戌斜距線丁點爲用時月影心乙丁爲用時視距此時白經在高弧西月影心必在日影心之西則用時尚在食甚前故向後設時求得赤經高弧交角即辛甲丙角

取設時高下差作甲丙線則丙爲設時日影心甲丙爲設時日距天頂辛丙弧與辛乙弧等爲本處北極距天頂丙辛甲角爲設時日距午西度乃以設時距弧自丁向東截之於戊則戊點爲設時月影心戊甲爲設時實距戊丙爲設時視距此時實距在高弧東月影心必在日影心之東則設時已過食甚後而眞時月實行必在丁戊二點之間矣人在乙點視之則日隨距等圈西轉設時自甲至庚而日影心恆在乙月影心用時在丁設時在巳是自用時至設時見月影心循丁巳線行故以丁巳爲設時視行自乙點作垂線與丁巳成直角之壬點爲眞時月影心丁壬爲自用時至眞時視行乙壬爲眞時視距也比例得眞時距分及距弧次第求得日影心及月影心所在然後又以日影心合於乙點求得眞時距設時視行之巳壬線考其月影心壬點果在原處則眞時即定眞時若壬點有進退則壬點之外更求與視行成直角之點爲定眞時月影心也

半徑一千萬爲一率對考眞時視距角正弦爲二率設時兩心視相距爲三率求得四率爲定眞時兩心視相

距以日影心爲不動而考眞時月心距設時月心爲考眞時視行即三角形之底邊而考眞時及設時兩視距爲兩腰今求形內或形外垂線爲定眞時兩心視相距與求眞時兩心視相距之理同

以考眞時視行爲一率設時距分與眞時距分相減餘爲二率定眞時視行爲三率求得四率爲定眞時距分白經在高弧東設時距分小爲減大爲加白經在高弧西設時距分小爲加大爲減

置食甚設時加減定眞時距分得食甚定眞時

以太陽實半徑倍之得太陽全徑爲一率十分爲二率併徑內減定眞時兩心視相距餘爲三率求得四率以分收之得食分

四求初虧前設時兩心視相距
白經在高弧西食甚用時兩心視相距與併徑相去不遠即以食甚用時為初虧前設時小則向前取大則向後取量距食甚用時若干分為初虧前設時與食甚定眞時相減餘數與食甚定眞時相加為復圓前設時
白經在高弧東食甚用時兩心視相距與併徑相去不遠即以食甚用時為復圓前設時小則向後取大則向前取量距食甚用時若干分為復圓前設時與食甚定眞時相減餘數又與食甚定眞時相減為初虧前設時
以初虧前設時與食甚用時相減得初虧前設時距分

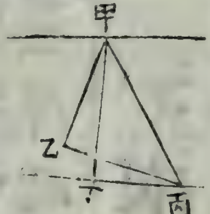
爲三率一小時化作三千六百秒爲一率一小時兩徑斜距爲二率求得四率爲初虧前設時距弧

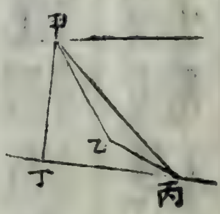
以食甚實緯爲一率初虧前設時距弧爲二率半徑一千萬爲三率求得四率爲正切得初虧前設時對距弧角初虧前設時在食甚用時前爲西在食甚用時後爲東即實距在白經之東西也

用初虧前設時諸數求得初虧前設時兩心實相距初虧前設時白經高弧交角初虧前設時高下差

月在黃道北以初虧前設時白經高弧交角與初虧前設時對距弧角東西同者相加一東一西者相減得初

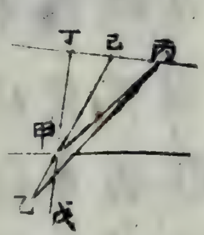
虧前設時對兩心視相距角甲爲日心乙爲日影心丙爲月影心甲丁爲白經甲乙爲高弧甲丙爲實距乙丙爲視距丙丁爲距弧乙甲丁角爲白經高弧交角丙甲丁角爲對距弧角乙甲丙

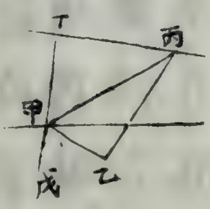




角爲對兩心視相距角如上圖白經在高弧西實距在白經西故乙甲丁角與丙甲丁角相加得乙甲丙角白經在高弧東實距在白經東者倣此下圖白經在高弧東實距在白經西故乙甲丁角與丙甲丁角相減得乙甲丙角白經在高弧西實距在白經東者倣此

月在黃道南以初虧前設時白經高弧交角與初虧前設時對距弧角東西同者相減一東一西者相加皆與半周相減得初虧前設時對兩心視相距角如上圖甲戊白經在高弧西實距又在白經西故丁甲巳白經高弧交角與丙甲丁角相減得巳甲丙角又與半周相減得乙甲丙角白經在高弧東實距在白經東者倣此下圖





甲戌白經在高弧東實距在白經西故乙甲戌白經高弧交角與丙甲丁角相加與半周相減得乙甲丙角白經在高弧西實距在白經東者倣此如兩角相等減盡或相加適足一百八十度則兩心實相距與高弧合無交角即以初虧前設時高下差與初虧前設時兩心實相距相加減緯南則加緯北則減爲初虧前設時兩心視相距

用初虧前設時諸數依食甚設時例求得初虧前設時對兩心實相距角初虧前設時兩心視相距

五求初虧後設時兩心視相距

初虧前設時兩心視相距小於併徑則向前取大於併徑則向後取察其較之多寡量取前後若干分爲初虧

後設時

用初虧後設時諸數依初虧前設時例次第求得初虧後設時兩心視相距

六求初虧考定眞時

以初虧前設時兩心視相距與初虧後設時兩心視相距相減得初虧視距較

以初虧前設時距分與初虧後設時距分相減得初虧設時較

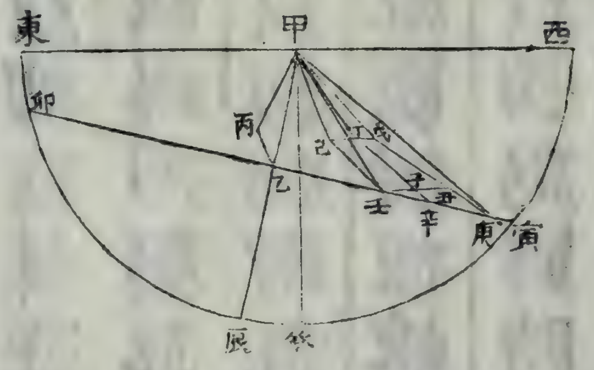
以初虧後設時兩心視相距與併徑相減得初虧視距併徑較

以初虧視距較爲一率初虧設時較爲二率初虧視距併徑較爲三率求得四率爲初虧眞時距分初虧後設時兩心視相距大於併徑爲加小於併徑爲減

置初虧後設時加減初虧眞時距分得初虧眞時

用初虧眞時諸數依初虧前設時例次第求得初虧考眞時兩心視相距果與併徑等則初虧眞時即初虧定眞時用初虧眞時對兩心實相距角求初虧方位如或大或小則再用下法求之蓋初虧時日月兩周初切復圓時日月兩周初離故兩心視相距必與併徑等既設前時求其兩心視相距又設後時求其兩心視相距比

例得眞時要考其兩心視相距務求恰合也如圖甲爲日心乙爲食甚用時月影心丙爲食甚用時日影心庚爲初虧前設時月影心乙庚爲前設時距弧甲庚爲前設時實相



距戊爲前設時日影心甲戊爲前設時高下差甲戊庚角爲前設時對實相距角戊庚爲前設時視相距比併徑大則真時必在前設時之後故又間後設時壬爲後設時月影心乙壬爲後設時距弧甲壬爲後設時實相距巳爲後設時日影心甲巳爲後設時高下差甲巳壬角爲後設時對實相距角巳壬爲後設時視相距比併徑小則併徑必在前後設時兩視距之間如辛丁故以庚丑兩視距較與庚壬兩設時較之比同於辛子視距併徑較與辛壬之比而得眞時距分與壬點相減得辛點爲眞時月影心更以眞時求其視相距果與併徑等則辛點即爲定眞時月影心以甲丁辛考眞時對實相距角爲方位角若或大或小則更取庚戊或壬巳中與併徑尤近者比例得定眞時前後設時兩視距俱大於併徑或俱小於併徑其比例仍同

復圓倣此

以初虧考眞時兩心視相距與前後設時兩心視相距中尤近併徑者相減得初虧眞時視距較

以初虧眞時距分與前後設時中近眞時者之距分相減得初虧眞時較

以初虧考眞時兩心視相距與併徑相減得初虧眞時視距併徑較

以初虧眞時視距較爲一率初虧眞時較爲二率初虧眞時視距併徑較爲三率求得四率爲初虧定眞時距分初虧考眞時兩心視相距大於併徑爲加小於併徑

爲減

置初虧眞時加減初虧定眞時距分得初虧定眞時

七求復圓前設時兩心視相距

用復圓前設時諸數依初虧前設時例次第求得復圓前設時兩心視相距

八求復圓後設時兩心視相距

復圓前設時兩心視相距小於併徑則向後取大於併徑則向前取察其較之多寡量取前後若干分爲復圓後設時

用復圓後設時諸數依初虧後設時例次第求得復圓

後設時兩心視相距

九求復圓考定眞時

用復圓前後設時諸數依初虧例次第求得復圓眞時距分復圓後設時兩心視相距小於併徑爲加大於併徑爲減

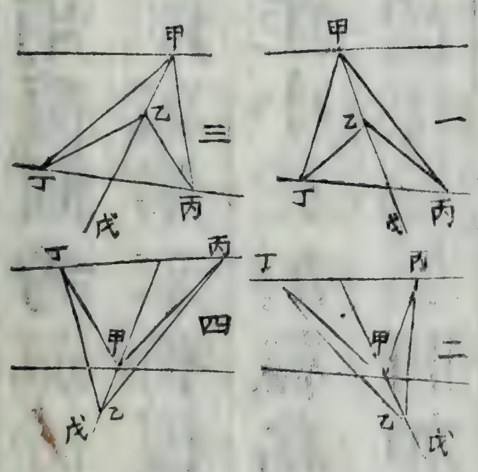
置復圓後設時加減復圓眞時距分得復圓眞時

用復圓眞時諸數依初虧眞時例次第求得復圓考眞時兩心視相距果與併徑等則復圓眞時卽復圓定眞時用復圓眞時對兩心實相距角求復圓方位如或大或小則再用下法求之

用復圓考眞時兩心視相距及復圓眞時距分依初虧例次第求得復圓定眞時距分復圓考眞時兩心視相距小於併徑爲加大於併徑爲減
置復圓眞時加減復圓定眞時距分得復圓定眞時日徑大而月徑小雖全食纔食既於東便生光於西故無食既生光二限
十求初虧復圓方位及食限總時
初虧白經在高弧東者及復圓白經在高弧西者以初虧復圓各眞時對兩心實相距角與半周相減餘爲定交角初虧白經在高弧西者及復圓白經在高弧東者

以初虧復圓各眞時對兩心實相距角爲定交角太陰視行自西而東高弧東初虧切日體之上復圓切日體之下高弧西初虧切日體之下復圓切日體之上故高弧東方位初虧用外角復圓用內角高弧西方位初虧用內角復圓用外角蓋外角倂徑交向上之高弧內角倂徑交向下之高弧也

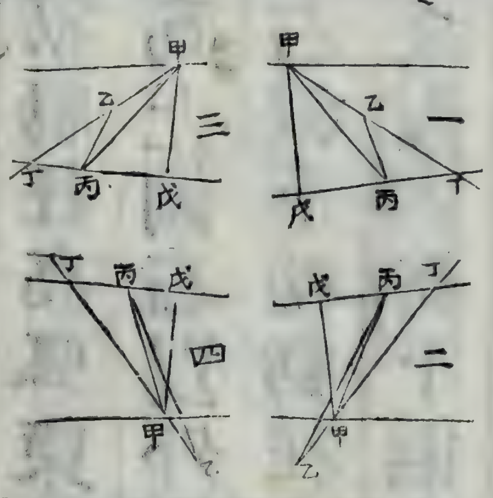
甲爲日心乙爲日影心甲乙戊爲高弧戊爲上甲爲下丙爲初虧月影心丁爲復圓月影心丙乙丁乙俱爲倂徑甲乙丙角爲初虧對實相距角丙乙戊角爲其外角甲乙丁角爲復圓對實相距角丁乙戊角爲其外角如第一圖高弧東緯北第二圖高弧東緯南皆初虧用丙乙戊角復圓用甲乙丁角第三圖高弧西緯北第四圖高弧西緯南皆初虧用甲乙丙角復圓用丁乙



戊角爲定交角也

初虧在高弧東者定交角初度爲正上四十五度以內爲上偏右以外爲右偏上九十度爲正右過九十度爲右偏下初虧在高弧西者定交角初度爲正下四十五度以內爲下偏右以外爲右偏下九十度爲正右過九十度爲右偏上若白經高弧交角大於對距弧角者右變爲左復圓在高弧東者定交角初度爲正下四十五度以內爲下偏左以外爲左偏下九十度爲正左過九十度爲左偏上復圓在高弧西者定交角初度爲正上四十五度以內爲上偏左以外爲左偏上九十度爲正

左過九十度爲左偏下若白經高弧交角大於對距弧角者左變爲右太陰視行自西而東初虧切日體之右復圓切日體之左故初虧方位在右復圓方位在左即常例也若卯前酉後距午度甚遠併徑或在白經高弧之間則方位左右相反也甲爲日心乙爲日影心丙爲初虧或復圓月影心甲戊爲



白經甲乙丁爲高弧戊甲丁角爲初虧或復圓白經高弧交角乙丙爲併徑戊甲丙角爲初虧或復圓對距弧角如第一圖爲高弧東緯北第二圖爲高弧西緯南初虧併徑皆在高弧之左第三圖爲高弧西緯北第四圖爲高弧東緯南復圓併徑皆在高弧之右盖戊甲丁角大於戊甲丙角之故也

置復圓定眞時減初虧定眞時得食限總時

又法

一求食甚近時

以食甚用時與十二時相減餘數變赤道度得用時太陽距午赤道度爲所夾之角以北極距天頂爲一邊太陽距北極爲一邊用斜弧三角形垂弧法求得對北極距天頂之角爲用時赤經高弧交角（詳月食算例）午前爲東午後爲西仍與赤白二經交角相加減得用時白經高弧交角二角之東西同者相加東仍爲限東西仍爲限西一東一西者相減東數大則爲限東西數大則爲限西若兩角相等減盡則高弧正當白平象限無交角

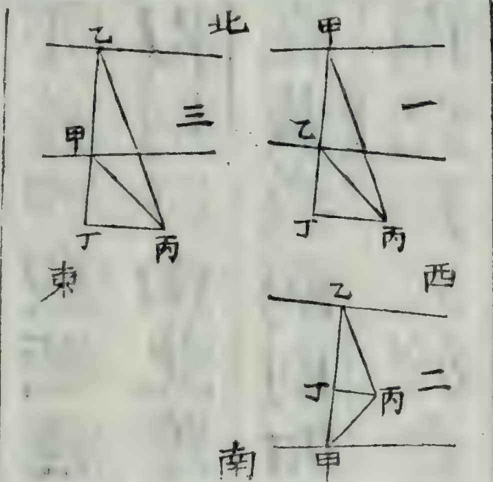
以用時赤經高弧交角正弦爲一率北極距天頂正弦爲二率用時太陽距午赤道度正弦爲三率求得四率爲正弦得用時太陽距天頂仍以其正弦爲三率半徑一千萬爲一率地平高下差爲二率求得四率爲用時高下差

半徑一千萬爲一率用時白經高弧交角正弦爲二率用時高下差爲三率求得四率爲用時東西差如無白經高弧交角則無東西差食甚用時即食甚眞時高下差即南北差

半徑一千萬爲一率用時白經高弧交角餘弦爲二率

用時高下差爲三率求得四率爲用時南北差若白經
高弧交角足九十度則無南北差食甚實緯即視緯高
下差即東西差
以用時南北差與食甚實緯相加減得用時視緯太陰
在黃道南則加仍爲南太陰在黃道北則減仍爲北若
南北差大於食甚實緯則變北爲南
以用時東西差爲勾用時視緯爲股求得弦爲用時兩
心視相距用渾天儀仰觀則太陰視高恆低於實高即
高下差必隨高弧所向而食甚實緯隨白經所向故以
白經高弧交角當黃赤交角高下差當黃道則南北差

如赤道東西差如距緯成正弧三角形而南北差即實緯線上視差故緯南者視緯必加大緯北者視緯必減小若緯北而南北差大則視高必越黃道而在南皆與東西差成直角故用勾股求弦得兩心視相距北爲上南爲下

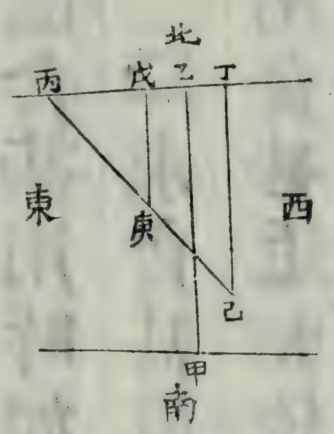


日心在甲月心在乙甲乙爲實緯月影心在丙乙丙爲高下差丙丁爲東西差乙丁爲南北差甲丁爲視緯甲丙爲兩心視相距如第一圖實緯在南故以甲乙與乙丁相加得甲丁第二圖實緯在北故以甲乙與乙丁相減得甲丁第三圖實緯在北而乙丁大於甲乙故相減得甲丁而丁點越在黃道之南皆以丙丁爲勾甲丁爲股甲丙爲弦也

以一小時兩徑斜距爲一率一小時化作三千六百秒

爲二率以用時東西差命近時實距弧爲三率求得四
率爲近時距分限西爲加限東爲減
置食甚用時加減近時距分得食甚近時
二求食甚眞時
用食甚近時依食甚用時側次第求得近時視緯
以近時東西差與用時東西差即近時實距弧相減得近時視
距弧限東者東西差大於實距弧則爲緯東小於實距
弧則爲緯西限西者東西差大於實距弧則爲緯西小
於實距弧則爲緯東視距弧者視差距實緯東西之分
也用時則實緯所抵即月心所在故東西差即距實緯

之視差用時以外月心轉移既有實距之分則必以東西差與實距弧相減得距實緯之視差而限東則實距在緯西限西則實距在緯東限東者減時故差早而實距在西限西者加時故差晚而實距在東故東西差小則視距東西與實距同東西差大則視距必越實緯與實距東西相反也日心在甲為限西用時月心在乙甲乙為實緯近時月心在丙乙丙為近時實距弧在實緯之東若月影心在己則丙己為高下差丁己為南北差丙丁為東西差大於乙丙故相減得乙丁為實緯西之視距弧也若月影心在庚則丙庚為高下差戊庚為南北差丙戊為東西差小於乙丙故相減得乙戊為實緯東之視距弧在限東者倣此



按考成後編以為近時東西差必大於用時東西差故近時視距弧限東

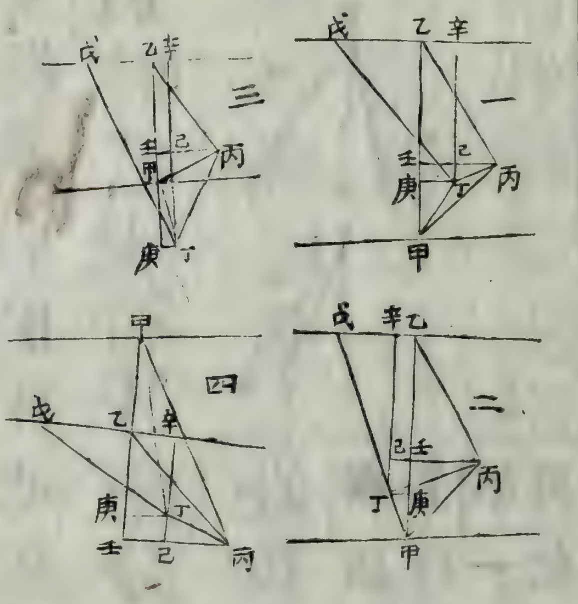
必在緯東限西必在緯西夫視經度在限西則差而西在限東則差而東漸遠則其差漸大故近時東西差必大於用時東西差然東西差生於白經高弧交角而白經高弧交角極於距午九十度赤經高弧交角距午九十度以內漸大以外漸小而赤白二經交角用時近時通用故白經高弧交角大小之漸亦同也盖高弧自南而或東或西則交角漸大過東西而向北則交角漸小也故卯前酉後見食之時近時東西差或有反小於用時東西差者近時白經高弧交角雖小於用時白經高弧交角而太陽漸近地平高下差更大則東西差仍大惟夏至前後黃道橫亘用時近時之間高下差不甚驟變則東西差反小也

以近時視距弧爲勾近時視緯爲股求得弦爲近時兩

心視相距（與用時兩心視相距同理）

以近時視距弧與用時東西差（即用時視距弧）相加減爲勾（近時視距弧緯東者限東則相減限西則相加緯西者限西則相減限東則相加）以近時視緯與用時視緯相加減爲股（兩視緯南北同者相減一南一北者相加）求得弦爲近時視行近時視行者用時月影心所在與近時月影心所在相距之線也用近二時東西視經同在實緯之一邊則相減得視距較各在實緯之兩邊則相加得視距和爲勾用近二時南北視緯同在黃道之一邊則相減得視緯較各在黃道之兩邊則相加得視緯和爲股而兩視高相距綫爲其弦也（日心在甲用時月心在乙月影心在丙乙丙爲用時

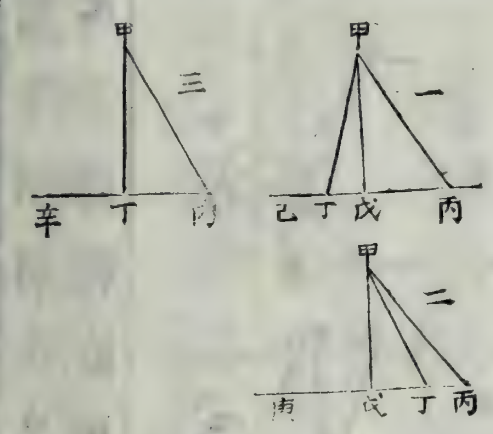
高下差丙壬爲用時東西差乙壬爲用時南北差甲壬爲用時視緯甲丙爲用時兩心視相距近時月心在戊



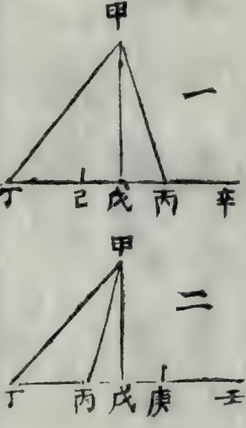
月影心在丁戊丁爲近時高下差丁辛爲近時南北差與乙庚等甲庚爲近時視緯乙辛爲近時視距弧與丁庚或已壬等甲丁爲近時兩心視相距如第一圖用近二時兩視經同在實緯西故丙壬與已壬相減得丙已爲勾兩視緯同在黃道北故甲壬與甲庚相減得已丁爲股求得丙丁弦第二圖用時視經在實緯西近時視經在實緯東故丙壬與已壬相加得丙已爲勾第三圖用時視緯在黃道北近時視緯變北爲南故甲壬與甲庚相加得已丁爲股第四圖兩視緯同在黃道南故法與第一圖同丙丁弦卽用近兩時月影心相距線也

以近時兩心視相距與用時兩心視相距各自乘相減餘以近時視行除之得數與近時視行相加折半得眞

時視行如以近時視行除得之數與近時視行等則近時兩心視相距已與視行成直角故近時即爲定眞時或大或小則用下法求之用時兩心視相距爲大腰近時兩心視相距爲小腰近時視行爲底邊成三角形而垂線爲眞時兩心視相距故求得大分底爲自用時至眞時之視行若兩分底相等無大小則近時兩心視相距即爲垂線也甲丙爲用時兩心視相距甲丁爲近時兩心視相距丙丁爲近時視行甲戊爲垂線即眞時兩心視相距丙戊爲眞時視行如第一圖垂線在於形內故近時視行除得之數如丁己小於丙丁第二圖垂線在於形外故近時視行除得之數如丁庚大於丙丁皆與丙丁相加折半得丙



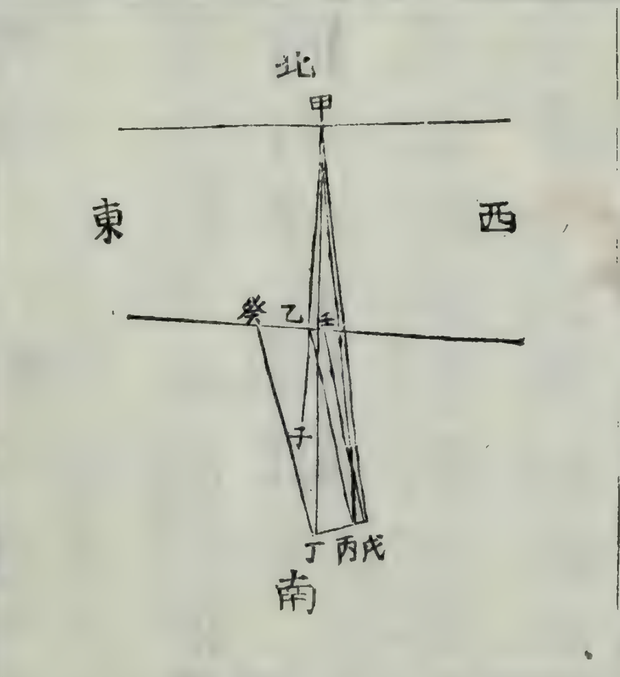
戊大分底也第三圖甲丁卽為垂線故近時視行除得之數如丁辛與丙丁等相加折半仍得丙丁也若用時兩心視相距小於近時兩心視相距則以近時視行除得之數與近時視行相減折半得眞時視行用時兩心視相距小於近時兩心視相距則眞時必與用時為近故求得小分底為眞時視行也甲丙丁三角形之甲丙邊小於甲丁邊如第一圖垂線在於形內故近時視行除得之數如辛丙小於丙丁相減得丙己第二圖垂線在於形外故近時視行除得之數如壬丙大於丙丁相減得庚丙皆折半為丙戊小分底也



按食甚用時月心為實距最近之點而月視高恆隨高弧而向下限東則視經差而東限西則視經差而西故限東者向西限西者向東用東西差當

白道上距弧求其視距則雖不中不遠故謂之近時也然則近時視距必無大於用時視距之理然距弧在西者時刻必早距弧在東者時刻必晏限東之早限西之晏皆距午尤遠也若春分值正交或秋分值中交赤白二經交角甚大黃赤二經交角在二分極大而春分值正交秋分值中交則黃白二經交角為同向故赤白二經交角為極大也則用時距午三十度以外白經高弧交角猶甚小東西差必無多南北差當時時驟大而月視緯在南者南北差大則視距亦大南北差小則視距亦小故近時視距或有大於用時視距者眞時與用時為近也又用時視差已大而或前或後向近正午白經

高弧交角尤小而東西差仍要小距天頂稍近而南北差少減則限東用時之後限西用時之前或有視距最小爲眞時者即成形外垂線於用時丙心視相距之傍者也此蓋罕有之變例也故考成後編未嘗及焉甲爲日心在限西乙爲用時月心在黃道南丙爲用時月影心乙丙爲用時高下差甲丙爲用時兩心視相距丙乙子角爲用時白經高弧交角癸爲近時月心丁爲近



時月影心癸丁爲近時高下差甲丁爲近時兩心視相距丙丁爲近時視行用時白經高弧交角既小近時白經高弧交角及東西差無甚大南北差驟大故甲丁大於甲丙也且甲丙丁三角形之丙角爲鈍角則眞時兩心視相距甲戊必在甲丙之傍爲形外垂線也盖壬爲眞時月心在用時之西則時刻必早距午差近南北差及東西差

俱減小而視緯小於用時視緯爲股故雖併實距弧及東西差爲勾而所得甲戊弦仍小於甲丙也

以用時兩心視相距爲弦眞時視行爲勾求得股爲眞時兩心視相距

以近時視行爲一率近時距分爲二率眞時視行爲三率求得四率爲眞時距分限西爲加限東爲減若用時兩心視相距小於近時兩心視相距而近時視行除得之數大於近時視行者加減相反

置食甚用時加減眞時距分得食甚眞時

三求食甚考定眞時及食分

用食甚眞時依食甚用時例次第求得眞時視緯

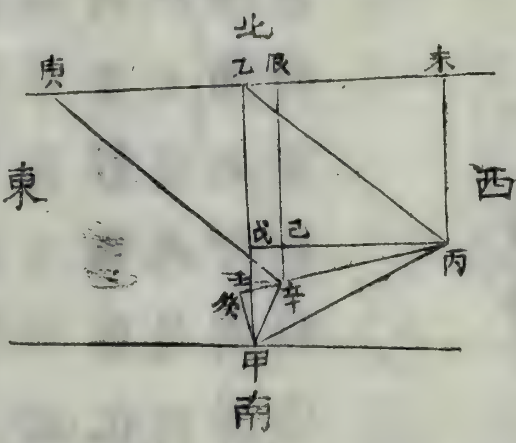
以一小時化作三千六百秒爲一率一小時兩徑斜距
爲二率眞時距分爲三率求得四率爲眞時實距弧
以眞時實距弧與眞時東西差相減得眞時視距弧限
東者東西差大於實距弧則爲緯東小於實距弧則爲
緯西限西者東西差大於實距弧則爲緯西小於實距
弧則爲緯東詳近時視距弧條若用時兩心視相距小於近時
兩心視相距而近時視行除得之數大於近時視行者
以眞時東西差與眞時實距弧相加得眞時視距弧限
東者爲緯東限西者爲緯西
以眞時視距弧爲勾眞時視緯爲股求得弦爲考眞時

兩心視相距

眞時視距弧與近時視距弧相加減爲股兩視距同爲東或同爲西者相減爲視距較一爲東一爲西者相加爲視距和眞時視緯與近時視緯相加減爲勾兩視緯同爲南或同爲北者相減爲緯差較一爲南一爲北者相加爲緯差和求得弦爲考眞時視行

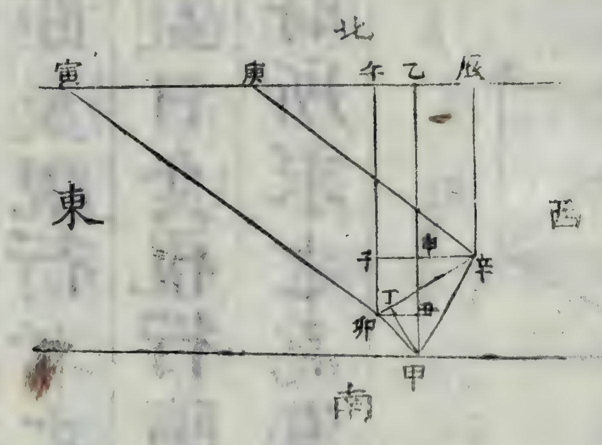
以考眞時兩心視相距與近時兩心視相距各自乘相減餘以考眞時視行除之得數與考眞時視行相加折半得定眞時視行如以考眞時視行除得之數與考眞時視行等則考眞時兩心視相距已與視行成直角故考眞時即爲定眞時或大或小則再用下法求之既以

用時近時兩心視相距及視行比例求得眞時兩心視相距及視行而未可必信故乃用眞時求得兩心視相距及視行考之若不果合則更求直角之點爲定眞時蓋日食視行隨時變向迄無定在故比例所得不若眞時所求之爲準也



甲爲日心在限西乙爲用時月心在黄道北甲乙爲食甚實緯即白經丙爲用時月影心乙丙爲用時高下差甲乙丙角爲用時白經高弧交角乙未爲用時東西差與丙戊等丙未爲用時南北差與戊乙等與實緯相減得戊甲爲用時視緯甲丙爲用時兩心視相距庚爲近時月心乙庚爲近時實距弧辛爲近時月影心庚辛爲近時高下差庚辰爲近時東西差與實距弧相減得乙辰與辛壬或己戊等爲近時視距弧辛辰爲近時南北差與壬乙等與實緯相減

得壬甲爲近時視緯甲辛爲近時兩心視相距又兩視緯同爲北故相減得戊壬與巳辛等爲勾用時東西差與近時視距弧同在實緯西故相減得丙巳爲股求得丙辛弦爲近時視行乃用甲丙辛三角形求得直角之癸點則甲癸爲形外垂線即眞時兩心視相距丙癸爲用時至眞時之視行是知眞時月心在近時月心之東



如寅點乙寅爲眞時實距弧乃自寅點更求則月影心在卯寅卯爲眞時高下差寅午爲眞時東西差與實距弧相減得乙午與丑卯等爲眞時視距弧卯午爲眞時南北差與丑乙等緯北故與實緯相減得丑甲爲眞時視緯用丑卯勾丑甲股求得甲卯弦爲考眞時兩心視相距又近時視距弧在實緯西眞時視距弧在實緯東故相加得辰午與辛子等爲股近時視緯與眞時視緯同爲北故相減得丑申與卯子等爲勾求得辛卯弦即考眞時視行若卯點與前所得癸點合則眞時即爲定眞時不然則更求得垂線如甲丁爲定眞時兩心視相距辛丁爲近時至定眞時視行也盖前所得丙癸視行線與後

所得辛卯視行線各因本時視差而成非有一定之行度故也

以近時兩心視相距為弦定真時視行為勾求得股為定真時兩心視相距

以考真時視行為一率近時距分與真時距分相減餘為二率定真時視行為三率求得四率得定真時距分近時距分小於真時距分限西為加限東為減近時距分大於真時距分限西為減限東為加若用時兩心視相距小於近時兩心視相距而近時視行除得之數大於近時視行者以考真時視行為一率近時距分與真時距分相加（近時真時各在用時前後故相加）為二率定真時視行為

三率求得四率為定真時距分限西為減限東為加真時既與用時近而與近時遠則當與用時兩心視相距作三角形以真時當近時用求近時視行真時視行真時兩心視相距真時距分倒以得考真時視行定真時視行定真時兩心視相距定真時距分乃置食甚用時以定真時距分限西減限東加則較為襯切也

置食甚近時加減定真時距分得食甚定真時

以太陽實半徑倍之得太陽全徑為一率十分為二率併徑內減定真時兩心視相距餘為三率求得四率以分收之得食分

四求初虧近時

以食甚定真時兩心視相距為勾併徑為弦求得股為

初虧復圓平距此與月食求初虧復圓距弧之理同而不與食甚用時相距與食甚定眞時相距故不曰距弧而曰平距

食甚定眞時視行爲一率食甚定眞時距分爲二率初虧復圓平距爲三率求得四率爲初虧復圓用時距分

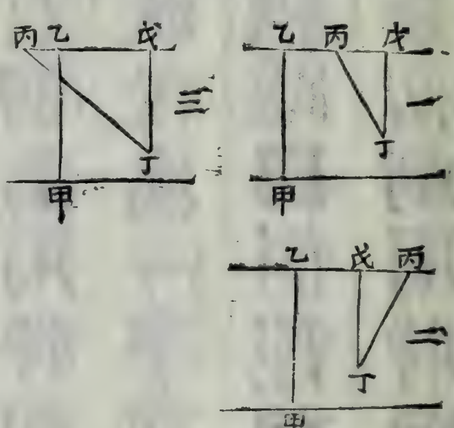
置食甚定眞時減初虧復圓用時距分得初虧用時

用初虧用時依食甚用時例次第求得初虧用時白經高弧交角初虧用時視緯

一小時化作三千六百秒爲一率一小時兩徑斜距爲二率初虧用時與食甚用時相減餘爲三率求得四率

爲初虧用時實距弧初虧用時早於食甚用時爲緯西遲於食甚用時爲緯東初虧固早於食甚然因東西視差之故太陽在限西者食甚恒差而遲夫食甚眞時旣遲於食甚用時而如東西差甚大食分又甚小則初虧用時或有遲於食甚用時者也若太陽在限東者食甚眞時已早於食甚用時則初虧必尤早也

以初虧用時東西差與初虧用時實距弧相加減得初虧用時視距弧限西緯東則減緯西則加限東必在緯西則減初虧固早於食甚則實距應在實緯之西而限西者視差又在實距之西故相加得視距弧限東者視差必在實緯實距之間故相減得視距弧若限西而食分甚小之時實距或在緯東則實距與視距必在實緯之兩傍故亦相減得視



距弧甲乙爲食甚實緯乙丙爲初虧用時實距弧丙丁爲初虧用時高下差丙戊爲初虧用時東西差乙戊爲初虧用時視距弧如第一圖限西緯西故乙丙與丙戊相加得乙戊第二圖限東緯西故乙丙與丙戊相減得乙戊第三圖限西緯東故乙丙與丙戊亦相減得乙戊也

以初虧用時視距弧爲股初虧用時視緯爲勾求得弦爲初虧用時兩心視相距果與併徑相等則初虧用時即爲初虧眞時如或大或小則用下法求之

以初虧用時兩心視相距爲一率初虧復圓用時距分爲二率初虧用時兩心視相距與併徑相減餘爲三率求得四率爲初虧近時距分初虧用時兩心視相距大

於併徑爲加小於併徑爲減大者未及故向後求小者已過故向前求

置初虧用時加減初虧近時距分得初虧近時

五求初虧眞時

用初虧近時依初虧用時例次第求得初虧近時兩心視相距果與併徑相等則初虧近時即爲初虧眞時如或大或小則再用下法求之

以初虧用時兩心視相距與初虧近時兩心視相距相減餘爲一率初虧近時距分爲二率初虧用時兩心視相距與併徑相減餘爲三率求得四率爲初虧眞時距分初虧用時兩心視相距大於併徑爲加小於併徑爲

減

置初虧用時加減初虧眞時距分得初虧眞時

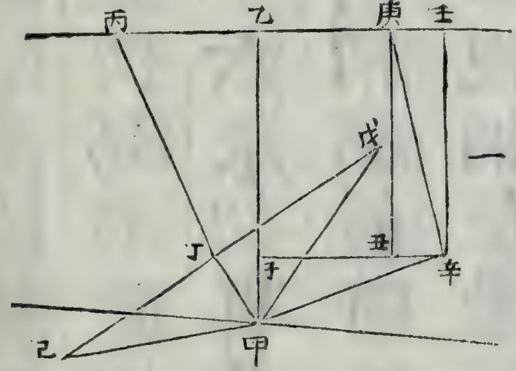
六求初虧考定眞時

用初虧眞時依初虧用時例次第求得初虧考眞時兩心視相距果與併徑相等則初虧眞時即爲初虧定眞時如或大或小則再用下法求之

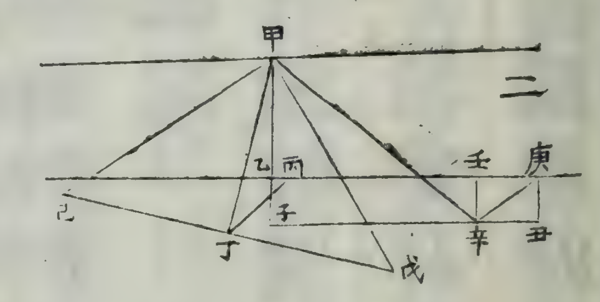
以初虧近時兩心視相距與初虧考眞時兩心視相距相減餘爲一率初虧近時距分與初虧眞時距分相減餘爲二率初虧考眞時兩心視相距與併徑相減餘爲三率求得四率爲初虧定眞時距分初虧考眞時兩心

視相距大於併徑為加小於併徑為減

置初虧眞時加減初虧定眞時距分得初虧定眞時蓋初虧復圓時日月併徑即為兩心視相距故就食甚定眞時擬併徑為弦求得股為初虧至食甚之視行比例加減得初虧用時仍求其兩心視相距甲為日心乙為食甚用時月心

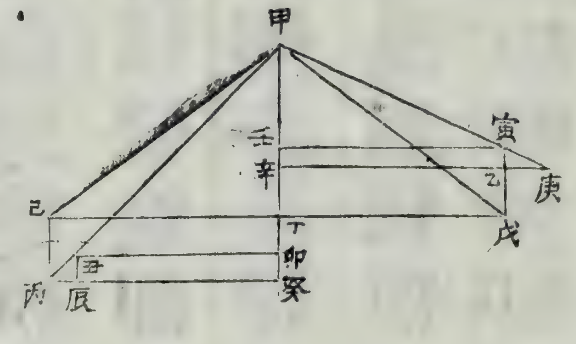


甲乙為食甚實緯即白經丙為食甚眞時月心丁為食甚眞時月影心丙丁為食甚眞時高下差甲丁為食甚眞時兩心視相距即為勾甲戊或甲巳皆凖併徑為之弦則戊丁或丁巳為之股即初虧復圓平距也庚為初虧時月心辛為初虧時視高庚辛為初虧時高下差庚壬為初虧時東西差與辛丑等辛壬為初虧時南北差與乙子等乙庚為初虧時實距弧在甲乙實緯之西如第一圖



限西故乙寅與庚壬相加得乙壬與辛子等為股緯北故甲乙與乙子相減得甲子為勾求得甲辛弦第二圖限東故乙庚與庚壬相減得乙壬與辛子等為股緯南故甲乙與乙子相加得甲子為勾求得甲辛弦即初虧時兩心視相距也後圖倣此但限東西加減相反盖初虧至復圓以月距日視行立筭故日心不動而恆在甲也與併徑相較以其或大或小之差比例加減得初虧近時仍求其兩心視相距果與併徑等則即為初虧真時不然則又以其較比例加減得初虧真時要求得考真時兩心視相距若又與併徑有差則依前比例求得定真時初虧近時兩心視相距比初虧用時兩心視相距必與併徑尤近故求定真時也用初虧近時真時之較為比例也蓋日食視差時時不

同故考之又考必準乃已也甲為食甚眞時日心丁為食甚眞時月影心甲丁為食甚眞時丙心視相距甲戊或甲巳為併徑戊丁或丁巳為視行若初虧時所得兩心視相距或小於併徑如甲寅而壬寅視行與戊丁等則甲戊相等甲庚之所當視行比戊丁必多乙庚如庚辛或大於併徑如甲丙而丙癸視行與丁巳等則甲巳相等甲丑之所當視行比丁巳必少丙辰如丑卯也此特借同式形以明比例之理而實係視差之變不可以泥於形式求之故必考之又考也



復圓倣此

七求復圓近時

置食甚定眞時加初虧復圓用時距分得復圓用時

用復圓用時依食甚用時例次第求得復圓用時白經

高弧交角復圓用時視緯

一小時化作三千六百秒爲一率一小時兩徑斜距爲二率復圓用時與食甚用時相減餘爲三率求得四率爲復圓用時實距弧復圓用時早於食甚用時爲緯西遲於食甚用時爲緯東復圓固遲於食甚然因東西視差之故太陽在限東者食甚恒差而早夫食甚眞時旣早於食甚用時而如東西差甚大食分又甚小則復圓用時或有早於食甚用時者也若太陽在限西者食甚眞時已遲於食甚用時則復圓必尤遲也

以復圓用時東西差與復圓用時實距弧相加減得復圓用時視距弧限東緯西則減緯東則加限西緯西必在緯東則減與初虧視距弧東西加減相反而理則同也

以復圓用時視距弧爲股復圓用時視緯爲勾求得弦爲復圓用時兩心視相距果與併徑相等則復圓用時即爲復圓眞時如或大或小則用下法求之

以復圓用時兩心視相距爲一率初虧復圓用時距分爲二率復圓用時兩心視相距與併徑相減餘爲三率求得四率爲復圓近時距分復圓用時兩心視相距大於併徑爲減小於併徑爲加大者已過故向前求小者不及故向後求置復圓用時加減復圓近時距分得復圓近時

八求復圓眞時

用復圓近時依復圓用時例次第求得復圓近時兩心

視相距果與併徑相等則復圓近時卽爲復圓眞時如
或大或小則再用下法求之
以復圓用時兩心視相距與復圓近時兩心視相距相
減餘爲一率復圓近時距分爲二率復圓用時兩心視
相距與併徑相減餘爲三率求得四率爲復圓眞時距
分復圓用時兩心視相距大於併徑爲減小於併徑爲
加
置復圓用時加減復圓眞時距分得復圓眞時
九求復圓考定眞時
用復圓眞時依復圓用時例次第求得復圓考眞時兩

心視相距果與併徑相等則復圓眞時即爲復圓定視時如或大或小則在用下法求之

以復圓近時兩心視相距與復圓考眞時兩心視相距相減餘爲一率復圓近時距分與復圓眞時距分相減餘爲二率復圓考眞時兩心視相距與併徑相減餘爲三率求得四率爲復圓定眞時距分復圓考眞時兩心視相距大於併徑爲減小於併徑爲加

置復圓眞時加減復圓定眞時距分得復圓定眞時

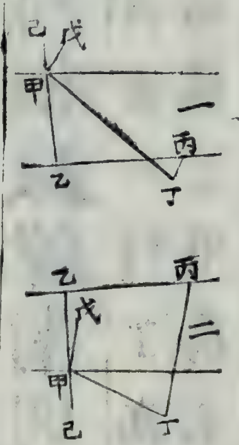
十求初虧復圓方位及食限總時

以初虧復圓各眞時視緯爲一率初虧復圓各眞時視

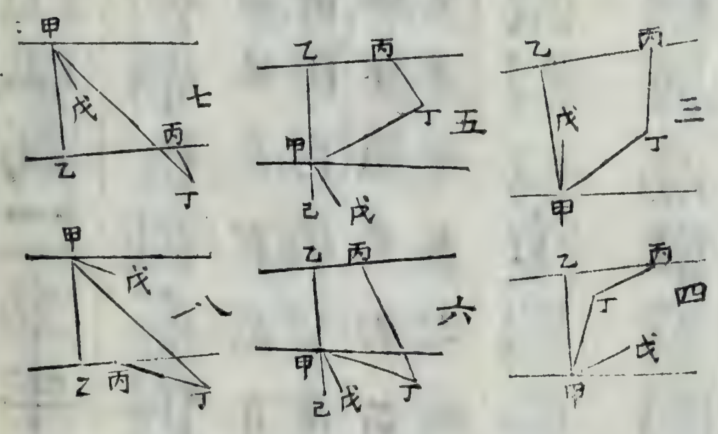
距弧爲二率半徑一千萬爲三率求得四率爲正切得初虧復圓各併徑白經交角即初虧復圓各對視距弧角併徑爲弦視緯爲勾視距弧爲股成正弧三角形而視緯恒在白經線上故曰併徑白經交角今以視緯當赤道視距弧當距緯則對視距弧角如黃赤交角故用有赤道有距緯求交角法求之而三邊甚小故直用弧綫比例也

置初虧復圓各併徑白經交角加減初虧復圓各眞時白經高弧交角得初虧復圓各併徑高弧交角即定交角初虧在限東及復圓在限西者緯南則加與半周相減緯北則減初虧在限西及復圓在限東者緯北則加與半周相減緯南則減甲爲日心乙爲食甚用時月心乙甲巳爲白經丙爲初虧月心丁爲初虧月影心丙丁爲初虧高弧戊甲與丙丁平行亦爲初虧高弧丁甲爲初虧兩心視相距即併徑如第一圖初虧

在限東緯南以巳甲戊白經高弧交角與乙甲丁併徑白經交角相加與半周相減得戊甲丁併徑高弧交角復圓在限西緯南者倣此第二圖初虧在限東



視緯變北為南以乙甲戊白經高弧交角與巳甲丁併徑高弧交徑白經交角相加與半周相減得戊甲丁併徑高弧交角復圓在限西視緯變北為南者倣此第三圖第四圖皆初虧在限東緯北以乙甲戊白經高弧交角與乙甲



丁併徑白經交角相減得戊甲丁併徑高弧交角但第四圖乙甲戊角大於乙甲丁角併徑在於白經高弧之間故方位左右相反復圓在限西緯北者倣此第五圖初虧在限西緯北以巳甲戊白經高弧交角與乙甲丁併徑白經交角相加與半周相減得戊甲丁併徑高弧交角復圓在限東緯北者倣此第六圖初虧在限西視緯變北為南以巳甲戊白經高弧交角與巳甲丁併徑白經交角相減得戊甲丁併徑高弧交角復圓在限東視緯變北為南者倣此第七圖

第八圖皆初虧在限西緯南以乙甲戊白經高弧交角與乙甲丁併徑白經交角相減得戊甲丁併徑高弧交角但第八圖乙甲戊角大於乙甲丁角併徑在於白經高弧之間故方位左右相反復圓在限東緯南者倣此蓋初虧時限東及復圓時限西月體切於日體之上故角成於上初虧時限西及復圓時限東月體切於日體之下故角成於下而月在南則外角在上月在北則外角在下也如初虧或復圓無白經高弧交角則併徑白經交角即為併徑高弧交角如兩角相等減盡或相加適足一百八十度則併徑高弧交角為初度

初虧在限東者併徑高弧交角初度為正上四十五度以內為上偏右以外為右偏上九十度為正右過九十度為右偏下初虧在限西者併徑高弧交角初度為正

下四十五度以內爲下偏右以外爲右偏下九十度爲
正右過九十度爲右偏上若白經高弧交角大於併徑
白經交角者右變爲左復圓在限東者併徑高弧交角
初度爲正下四十五度以內爲下偏左以外爲左偏下
九十度爲正左過九十度爲左偏上復圓在限西者併
徑高弧交角初度爲正上四十五度以內爲上偏左以
外爲左偏上九十度爲正左過九十度爲左偏下若白
經高弧交角大於併徑白經交角者左變爲右太陰自
西而過太陽之東且限東則自上而下限西則自下而
上故初虧方位恆在右復圓方位恆在左而以限東西

定上下若併徑在高弧白經之間則左右相反也

置復圓定眞時減初虧定眞時得食限總時

日食帶食算例

用日躔法求得日出入時分與食甚用時相減得帶食距時

以一小時化作三千六百秒爲一率一小時兩徑斜距爲二率帶食距時爲三率求得四率爲帶食距弧

以黃赤距緯餘弦爲一率北極高度正弦爲二率半徑一千萬爲三率求得四率爲餘弦得帶食赤經高弧交角帶出地平爲東帶入地平爲西詳月食帶食算例仍與赤白

二經交角相加減得帶食白經高弧交角與食甚用時求白經高弧交角法同

本法此以下亦有本法又法兩種算

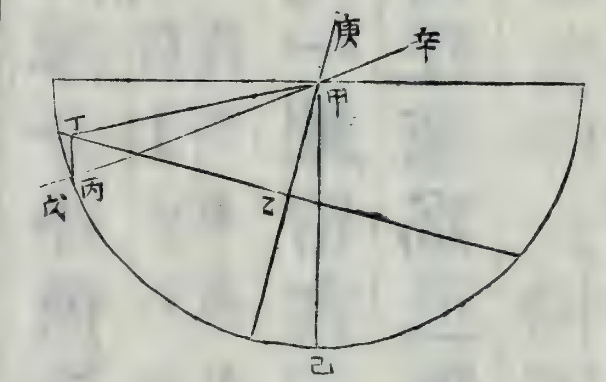
以食甚實緯為一率帶食距弧為二率半徑一千萬為三率求得四率為正切得帶食對距弧角仍求正弦為一率帶食距弧為二率半徑一千萬為三率求得四率為帶食兩心實相距

月在黃道北以帶食白經高弧交角與帶食對距弧角相減餘為帶食對兩心視相距角月在黃道南以帶食白經高弧交角與帶食對距弧角相加得數與半周相

減餘爲帶食對兩心視相距角詳日食算例本法以帶食兩心實相距爲一邊地平高下差爲一邊帶食時太陽在地平故用地平高下差帶食對兩心視相距角爲所夾之角用切綫分外角法求得半較角與半外角相加減兩心實相距大於高下差爲加小於高下差爲減得帶食對兩心實相距角以其正弦爲一率帶食兩心實相距爲二率帶食對兩心視相距角正弦爲三率求得四率爲帶食兩心視相距此對邊對角法

帶食時太陽定在地平時刻及視高無容轉移故只求兩心視相距則帶食分秒及方位可以次第求得也以簡平儀繪圖算從上俯視則甲爲日心乙爲食甚用時月心丙爲帶食日影心丁爲帶食月心甲乙爲食甚實緯

乙丁爲帶食距弧乙甲丁角爲帶食對距弧角甲丁爲帶食兩心實相距甲丙爲地平高下差巳甲丙角爲帶食赤經高弧交角乙甲丙角爲帶食白經高弧交角與庚甲辛角等白經在高弧東月在黃道北故乙甲丙角



與乙甲丁角相減得丙甲丁角爲帶食對兩心視相距角用甲丙丁三角形用切線分外角法得丙角卽帶食對兩心實相距角亦卽帶食方位角與半周相減餘爲丁丙戊角卽帶食視距高弧交角戊爲上甲爲下帶出地平故在食甚前則用丁丙戊角在食甚後則用丁丙甲角爲定交角也又用對邊對角法求得丁丙邊爲帶食兩心視相距

又法

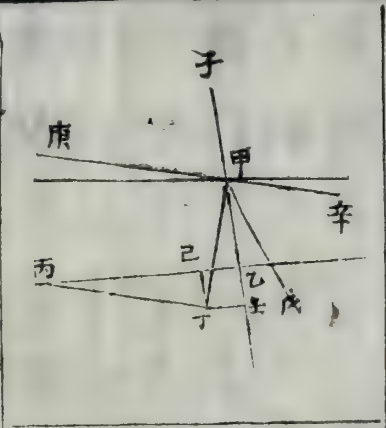
半徑一千萬爲一率帶食白經高弧交角正弦爲二率地平高下差爲三率求得四率爲帶食東西差又以帶

食曰經高弧交角餘弦爲二一辛用前一三辛求得四辛爲帶食南北差

以帶食東西差與帶食距弧相減得帶食視距弧

以帶食南北差與食甚實緯相加減得帶食視緯與食甚用時求視緯法同

以帶食視距弧爲股帶食視緯爲勾求得弦爲帶食兩心視相距以渾儀仰觀則甲爲日心乙爲食甚用時月心甲乙爲食甚實緯丙爲帶食月心乙丙爲



帶食距弧丁爲帶食月影心丙丁爲地平高下差甲點丁點皆當西地平丙巳爲帶食東西差與帶食距弧相減得乙巳與壬丁等爲帶食視距弧蓋帶食時東西差甚大過於併徑雖當初虧復圓實距限西必在緯東限東必在緯西故東西差與距弧

應減而得視距弧也巳丁爲帶食南北差與乙壬等月在黃道南故與食甚實緯相加得甲壬爲帶食視緯乃用甲壬丁勾股形求得甲丁弦爲帶食兩心視相距也與丙丁高弧平行作庚辛線交於日心甲點則庚爲上辛爲下帶食在食甚後故以子甲庚帶食白經高弧交角與壬甲丁帶食視距白經交角相加得數與半周相減得庚甲丁帶食視距高弧交角帶食在食甚前則甲戊爲兩心視相距以乙甲辛帶食白經高弧交角與乙甲戊帶食視距白經交角相減得辛甲戊帶食視距高弧交角也

以太陽實半徑倍之得太陽全徑爲一率十分化作六百秒爲二率併徑內減帶食兩心視相距餘爲三率求得四率以分收之得帶食分秒

帶食方位在食甚前者用初虧方位法在食甚後者用復圓方位法求之

帶食不見食甚者以帶食視緯爲勾併徑爲弦求得股爲初虧復圓視距弧與帶食視距弧相加減帶食東西差小於帶食視距弧者加大於帶食視距弧者減得帶食初虧復圓實距弧仍爲三率一小時兩徑斜距爲二率一小時化作三千六百秒爲三率求得四率爲帶食初虧復圓距時帶出地平者與日出時分相加得復圓用時帶入地平者與日入時分相減得初虧用時按初虧復圓法求之得初虧復圓時刻

時憲紀要下編 終

時憲紀要者時憲法之紀其精要以便肄習也夫治曆之要在於隨測隨驗故歷代修改指不勝摟而至于時憲法合中西理窮本源非惟一時之明備實開千古之顓蒙今彙成二編俾作考試之書庶幾學者尋緒有端知方有嚮而然坐致之術專在乎求故故歲積愈久測驗愈廣後出者益巧勢使然也是法須行且百四十年矣隨時損益反本推源順天求合之道則又必有待於來後而至若交食之用斜距視行比例理眞數確雖有後巧恐無以易也

聖上十一年庚申陽月觀象監提調嘉義大夫前吏曹

叅判同知成均館事南秉吉跋

時憲紀要監董官

崇祿大夫前行知中樞府事崔錫晃

崇政大夫行龍驤衛上護軍崔眞淵

折衝將軍前僉知中樞府事金益顯

通訓大夫前觀象監正李俊養

通訓大夫行天文學訓導全柱健

通訓大夫前觀象監正李尚爀